

PROSIDING

**Seminar Nasional
& Pameran Produk Pangan 2015**

**INOVASI TEKNOLOGI UNTUK
MEMPERKUAT PERAN INDUSTRI
MENUJU AKSELERASI
PEMENUHAN PANGAN NASIONAL**



**Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia (PATPI)
Semarang 2015**



**PROSIDING
SEMINAR NASIONAL PATPI 2015**

**INOVASI TEKNOLOGI
UNTUK MEMPERKUAT PERAN INDUSTRI
MENUJU AKSELERASI PEMENUHAN
PANGAN NASIONAL**

Semarang, 20 – 21 Oktober 2015

Prosiding

Seminar Nasional PATPI 2015

**“INOVASI TEKNOLOGI UNTUK MEMPERKUAT PERAN INDUSTRI
MENUJU AKSELERASI PEMENUHAN PANGAN NASIONAL”**

Penerbit Universitas Katolik Soegijapranata

Jl. Pawiyatan Luhur IV/1, Bendan Duwur, Semarang 50234

Telp : Telepon : +62- 24 - 8441555 (Hunting) Fax : 024 -8445265

Email : penerbitan@unika.ac.id

ISBN 978-602-65-01-4

Kata Pengantar

Puji dan Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya, rangkaian kegiatan Seminar Nasional PATPI tahun 2015 telah terselenggara dengan baik. Seminar Nasional PATPI merupakan kegiatan rutin yang diselenggarakan setiap tahun dan pada tahun ini, PATPI Cabang Semarang mendapatkan kesempatan sebagai tuan rumah pelaksanaan seminar. Dengan mengangkat tema “Inovasi Teknologi Untuk Memperkuat Peran Industri Menuju Akselerasi Pemenuhan Pangan Nasional”, PATPI Semarang ingin turut berperan aktif dalam mendukung program pemerintah menyongsong MEA 2015 ini.

Peserta seminar, anggota PATPI maupun non-PATPI yang berasal dari kalangan mahasiswa, akademisi dan peneliti turut aktif dalam kegiatan ini. Sebagai pelengkap publikasi dari diseminasi hasil penelitian yang telah disampaikan pada kegiatan seminar, maka disusunlah buku prosiding ini. Kumpulan naskah dari pemakalah lisan maupun poster, dikelompokkan menjadi lima bidang yaitu 1) Inovasi Teknologi Pangan dan Daya Saing Industri, 2) Teknologi untuk Pemberdayaan Industri Pangan, 3) Pengembangan Bahan dan Produk Pangan, 4) Mutu, Gizi dan Keamanan Pangan, dan 5) Interaksi Industri Pangan dan Lingkungan.

Tim penyusun sekaligus panitia Seminar Nasional PATPI 2015 mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu terselenggaranya acara ini. Ucapan terima kasih secara khusus diucapkan bagi para donatur, pihak sponsor dan semua pihak yang telah berkontribusi dalam rangkaian kegiatan Seminar Nasional PATPI 2015. Akhir kata, semoga buku ini dapat bermanfaat untuk semua.

Semarang, 20 Oktober 2015

Panitia SEMNAS PATPI 2015

T1 - IT

INOVASI TEKNOLOGI PANGAN DAN DAYA SAING INDUSTRI

JUDUL/PENULIS	KODE
Karakterisasi Cabai Merah Hasil Ozonisasi dengan Ozonizer Tipe TIP-01 <i>Prof. Imas Siti Setiasih</i>	
Pengaruh Substitusi Tepung Mocaf dan Penambahan Tepung Pisang Terhadap Sifat-sifat Brownies <i>Ir. Sunardi</i>	TI-IT 01
Margarin Yang Diperkaya Sari Ubi Jalar Sebagai Sumber Prebiotik <i>Ir. Suniti Achadiyah, MS</i>	TI-IT 02
Pengaruh Suhu Filling dan Step Holding pada Kristalisasi RBDPO terhadap Kualitas Olein dan Stearin Minyak Sawit Yang Dihasilkan <i>Dr. Ida Bagus Banyuro</i>	TI-IT 03
Peningkatan Potensi Usaha Mikro dan Kecil Di Bidang Pangan Melalui Program Community Development Universitas Prasetya Mulya <i>Sekar Wulan Prasetyaningtyas</i>	TI-IT 04
Pengaruh Konsentrasi Maltodekstrin terhadap Viabilitas dan Karakteristik Mikroenkapsulasi <i>Lactobacillus Acidophilus</i> <i>Debby M. Sumanti, MS</i>	TI-IT 05
Aplikasi Pigmen Antosianin Ubi Jalar Ungu (<i>Ipomoea batatas</i> L.) Terenkapsulasi pada Permen Jelly dan Kestabilannya terhadap Suhu dan Cahaya Selama Penyimpanan <i>Ir. Tensiska, M.Si</i>	TI-IT 06
Pembuatan Susu Kedelai Bubuk Metode <i>Foam Mat Drying</i> dengan Variasi Penambahan Dekstrin dan Suhu Pengeringan <i>Ir. Kusumastuti, M.Sc</i>	TI-IT 07
Pengeringan Jagung Pada Pengering Unggun Terfluidakan dan Simulasi Pembesaran ke Skala Industri <i>Dr.Ing Suherman</i>	TI-IT 08
Karakterisasi Minuman Instan Fungsional TEMATEHI Hasil Pengeringan Oven Vakum <i>Nandi Sukri, M.Si</i>	TI-IT 09
Daya Simpan dan Sifat Antioksidatif Instan Lidah Buaya Selama Penyimpanan <i>Dr.Chatarina Wariyah</i>	TI-IT 10
Fermentasi Kopi Arabika Untuk Menghasilkan <i>Bio Coffee</i> dengan Penambahan Mikrobial Efektif Pada Beberapa Variasi Suhu dan Lama Inkubasi <i>Dr. Meidi Syaflan</i>	TI-IT 11
Bubur Instan Berbasis Tepung Millet Putih (<i>Panicum milaceum</i> L.) dan Tepung Kacang Hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) <i>R. Baskara Katri Anindito, MP</i>	TI-IT 15

Karakterisasi Pengemas Kertas Aktif Dengan Penambahan Oleoresin Ampas Destilasi Daun Kayu Manis <i>Lia Umi Khasanah, MT</i>	TI-IT 16
Klarifikasi Sari Buah Jeruk Pontianak Menggunakan Kombinasi Enzim Amilase, Pektinase, dan Selulase <i>Asri Nursiwi, M.Sc</i>	TI-IT 18
Stabilitas Kekerasan Unting Sagu dan Unting Sagu Tersubstitusi Tepung Kacang Nagara Selama Penyimpanan <i>Dr. Rini Hustiany</i>	TI-IT 19
Mempelajari Pengolahan Teh Gula Batu yang Disukai Didasarkan Perbandingan Seduhan Teh dan Gula <i>Adi Ruswanto</i>	TI-IT 23
Seleksi Khamir dari Nira Berdasarkan Toleransi dan Produktivitas Etanol <i>Venny Santosa, PhD</i>	TI-IT 24

**KARAKTERISASI CABAI MERAH (*Capsicum annuum* L.) HASIL
OZONISASI DENGAN OZONIZER TIP-01*****Characterization Of Red Chili (*Capsicum annuum* L.)
Ozonated With Ozonizer TIP – 01***

Imas Siti Setiasih^{1*}, Tita Rialita¹, Debby M. Sumanti¹, In-In Hanidah¹, Mochamad Rizky Nurjaman²,
Aldi Yosafat Dargawan²

¹Dosen Prodi Teknologi Pangan, Fakultas teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran

²Mahasiswa Prodi Teknologi Pangan, Fakultas teknologi Industri Pertanian, Universitas
Padjadjaran

Jl. Raya Bandung – Sumedang KM.21, Jatinangor, Indonesia

*email: iimdarajat@yahoo.com

ABSTRAK

Perhatian masyarakat terhadap keamanan pangan dan lingkungan menuntut penyedia barang dan jasa mampu memasok produk yang aman, bersih, sehat dan bermutu yang diproses dengan menggunakan teknologi yang ramah lingkungan. Ozon yang mempunyai sifat oksidasi kuat mampu membunuh mikroorganisme dan mengeliminasi bahan berbahaya sehingga mempunyai prospek yang baik sebagai bahan pembersih yang ramah lingkungan. Penelitian bertujuan untuk menentukan beberapa karakteristik fisik dan kimia, serta total mikroorganisme cabai merah varietas unggulan UNPAD hasil ozonisasi dengan menggunakan ozonizer TIP-01. Metode yang digunakan adalah metode eksperimental (Explanatory Research) dan dianalisis deskriptif menggunakan analisis regresi dan korelasi. Perlakuan yang dicoba adalah cabai merah yang tidak direndam dalam air berozon dan cabai merah yang direndam dalam air berozon 1,9 ppm selama 5 menit. Hasil penelitian mendapatkan bahwa perendaman dengan air berozon mampu mengurangi susut bobot sebesar 13,35 %, laju perubahan kekerasan sebesar 14,44 %, total mikroorganisme sebesar 9,64 %, mampu mereduksi pestisida sebesar 51,42 %, tetapi tidak berpengaruh terhadap laju penurunan vitamin C dan warna (a*).

Kata kunci: karakterisasi, cabai merah, ozon, ozonizer TIP-01

ABSTRACT

Public attention on food security and the environment requires providers of goods and services are able to supply safe, clean, healthy and good quality products processed using environmentally friendly technologies. Ozone has a strong oxidizing properties capable of killing microorganisms and eliminate hazardous materials that have good prospects as an environmentally friendly cleaning materials. The study aims were to determine some physical and, chemical characteristics, and total microorganism of red chilli seed varieties UNPAD that ozonation results using ozonizer TIP-01. The method used was experimental method (explanatory research) and analyzed descriptively using regression and correlation analysis. The treatment used was red peppers that were not immersed in water and red chili peppers immersed in ozon water at 1.9 ppm for 5 minutes. Results showed that immersion in ozon water able to reduce 13.35% of weight loss, 14.44 % of hardness changes rate, 9.64% of totally microorganisms, 51.42 % of pesticides residue, but did not affect decline rate of vitamin C and color (a*).

Keywords : characterization, red chilli, ozon, ozonizer type TIP-01

PENDAHULUAN

Keamanan pangan merupakan kondisi dan upaya yang diperlukan untuk mencegah pangan dari kemungkinan cemaran biologis, kimia dan benda asing yang dapat mengganggu, merugikan, dan membahayakan kesehatan manusia. Keamanan Pangan telah menjadi salah satu isu sentral dalam perdagangan produk pangan. Penyediaan pangan yang cukup disertai dengan terjaminnya keamanan, mutu dan gizi pangan untuk dikonsumsi merupakan hal yang tidak bisa ditawar dalam pemenuhan kebutuhan pangan. Keamanan pangan tidak hanya terbatas pada kandungan mikroorganisme produk, tetapi juga meliputi kontaminasi bahan kimia dan benda asing. Mikroorganisme bawaan makanan (*food borne*) telah terbukti mengganggu kesehatan masyarakat, demikian juga dengan logam berat dan residu bahan kimia. Jika tidak dipilih secara hati-hati atau tidak diolah dengan cara-cara yang benar, pangan dapat membahayakan kesehatan konsumen yang menyantapnya, karena tercemar oleh bahan-bahan berbahaya..

Pengawetan pangan secara konvensional pada umumnya memanfaatkan proses thermal untuk membunuh atau menon-aktifkan kontaminan mikrobiologi. Namun, proses tersebut memicu perubahan fisik dan kimia pada bahan pangan. Pengawetan kimia dan senyawa antimikroba alami juga telah digunakan secara ekstensif pada pengawetan pangan. Sejumlah alternatif pengolahan pangan non-termal akhir-akhir ini berkembang demi pengendalian kontaminan mikrobial dan pemenuhan kebutuhan konsumen terhadap bahan pangan yang segar dengan proses pengolahan yang minimal. Salah satunya dengan memanfaatkan ozon sebagai desinfektan.

Ozon (O_3) yang mempunyai sifat oksidasi kuat memiliki kemampuan untuk membunuh mikroorganisme dan mengeliminasi bahan berbahaya sehingga memiliki prospek yang baik sebagai bahan pembersih yang ramah lingkungan. Ozon dapat diaplikasikan pada saat penanganan, penyimpanan dan pengolahan bahan pangan segar dan yang sudah diolah minimal, baik dalam bentuk gas atau larutan (Khadre *et al.*, 2001). Menurut Jin-Gab *et al.* (1999) dalam O'donnell *et al.* (2012), penggunaan ozon dalam penanganan produk pertanian didasarkan pada kemampuannya mengeleminasi *mycotoxin* dan residu pestisida. Secara umum upaya pembersihan produk dari bahan dan organisme yang merugikan telah banyak dilakukan baik secara alami maupun kimiawi (desinfektan).

Penelitian ozonisasi kubis bunga diolah minimal (KBDM) sudah dilakukan sejak tahun 2010 - 2013 oleh Setiasih dkk. Hasil penelitian tahun 2010 menunjukkan bahwa KBDM yang direndam dalam air berozon konsentrasi 2 ppm dan dikemas dengan plastik PEDR tanpa perforasi mempunyai umur simpan yang paling lama, yaitu sekitar 55 hari. Hasil penelitian tahun 2012 menunjukkan bahwa efektivitas ozon terhadap reduksi residu pestisida maupun reduksi mikroorganisme meningkat seiring dengan penambahan konsentrasi dan lama perendaman. Pada tahun 2013 dilakukan perancangan alat ozonisasi (Ozonizer TIP-01) yang secara teknis dapat digunakan untuk mencuci sayuran diolah minimal berskala industri rumah pengemas. Setelah diuji coba ternyata pencucian KBDM dengan menggunakan ozonizer TIP- 01 pada konsentrasi ozon 1,9 ppm dan lama

perendaman 5 menit mampu mereduksi residu pestisida sebesar 59,93% dan mereduksi jumlah total mikroorganisme 46,30%.

Untuk mengkaji tentang keamanan dari KBDM tersebut telah dilakukan uji toksisitas akut yang dilanjutkan dengan uji toksisitas sub kronis pada fungsi ginjal dan hati hewan percobaan tikus. Ternyata penggunaan konsentrasi ozon 1,9 ppm aman untuk digunakan. Supaya penggunaan ozonizer TIP-01 lebih optimal maka tahun 2015/2016 dicobakan pada salah satu sayuran unggulan Universitas Padjadjaran yaitu cabai merah (*Capsicum annuum* L).

Cabai merah merupakan salah satu sayuran yang permintaannya cukup tinggi. Produksi cabai merah di Indonesia pada tahun 2012 mencapai 954,36 ribu ton/tahun (Badan Pusat Statistik, 2012). Tingkat produksi cabai yang tinggi dan berfluktuatif mengakibatkan jumlah cabai merah menumpuk pada musim panen yang mengakibatkan penurunan harga. Supaya kebutuhan komoditas cabai merah terpenuhi sepanjang tahun perlu dilakukan proses pengawetan cabai merah melalui aplikasi teknologi ozonisasi, teknologi pengemasan dan kondisi penyimpanan yang sesuai.

Cabai merah cenderung mudah mengalami kerusakan pada saat proses transportasi dan penyimpanan. Sifat mudah rusak ini dipengaruhi oleh kadar airnya yang tinggi, yaitu sekitar 90,9 %. Kandungan air yang tinggi ini dapat menjadi pemicu terjadinya kerusakan cabai, apalagi kalau pada saat musim panen raya. Biasanya, pada saat panen raya hasil panen yang melimpah tidak tertangani dengan baik sehingga cabai merah mengalami kebusukan.

Penanganan awal yang biasa dilakukan petani dan konsumen cabai merah adalah dengan melakukan pencucian. Akan tetapi terkadang pencucian dengan menggunakan air saja tidak cukup karena beberapa mikroorganisme seperti *Erwinia carotovora* dan jamur *fusarium* yang menyebabkan tampilan fisik cabai kurang baik (warna pucat dan teksturnya lembek). dan residu dari pestisida yang digunakan di lapangan masih ada. Oleh karena itu seringkali dilakukan penambahan desinfektan pada proses pencucian. Menurut James and Tipvanna (2010), proses pencucian yang dilakukan pada air mengalir dan penggunaan desinfektan dapat mengurangi kerusakan akibat kontaminasi mikroba.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui beberapa karakterisasi fisik dan kimia serta total mikroorganisme cabai merah hasil ozonisasi dengan menggunakan ozonizer TIP-01.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret - Juni 2015 di laboratorium Departemen Teknologi Industri Pangan, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran. Bahan utama penelitian adalah Cabai Merah Utuh (CMU) varietas unggulan UNPAD hasil penanaman di kebun percobaan Ciparanje, Jatinangor, Sumedang, plastik PEDR berporfasi 0,5%, dan bahan-bahan kimia untuk analisis.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental (*Explanatory Research*) dan dianalisis deskriptif menggunakan regresi dan korelasi dimana variabel

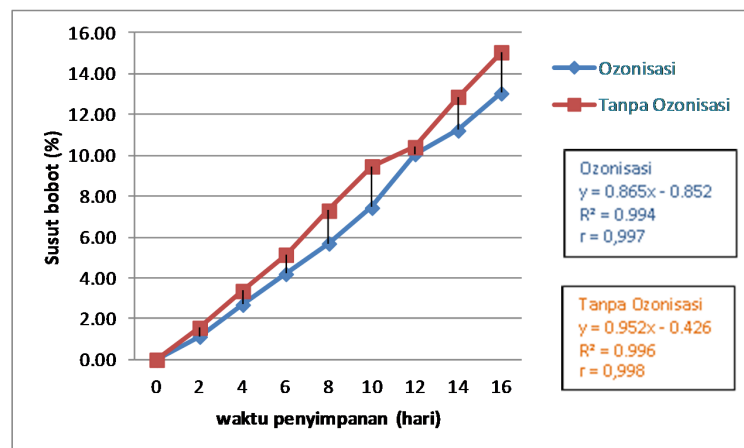
bebas (x) adalah cabai merah yang tidak direndam dalam air berozon dan cabai merah yang direndam dalam air berozon 1,9 ppm selama 5 menit. Variabel terikat (y) adalah susut bobot, kekerasan, kecerahan warna, kadar air, kadar vitamin C, residu pestisida, serta karakteristik organoleptiknya (warna, tekstur dan kenampakan secara keseluruhan).

Tahapan kerja ozonisasi cabai merah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut : pertama-tama dilakukan penyiapan kemasan PEDR berferforasi 0,5 % dan penyiapan cabai merah varietas unggulan UNPAD hasil panen yang sudah berwarna merah penuh. CMU dipastikan telah memiliki umur panen 4 minggu setelah berbunga dengan tampilan fisik yang seragam. CMU tersebut kemudian dibagi dua kelompok; satu kelompok untuk diberi perlakuan perendaman dalam air berozon dan satu kelompok lagi untuk yang tidak diberi perlakuan ozon. Satu kelompok CMU dimasukkan ke dalam bak pencuci ozonizer TIP-01, dan kemudian dialirkan air berozon konsentrasi 1,9 ppm ke dalam bak pencuci tersebut sampai semua cabai merah terendam dan dibiarkan selama 5 menit. Setelah 5 menit CMU ditiriskan dengan spinner selama 2 menit. CMU yang telah diozonisasi dan yang tidak diozonisasi secara terpisah dikemas dalam plastik PEDR berperforasi 0,5% sebanyak 200 g per kemasan. CMU dalam kemasan tersebut kemudian disimpan pada suhu 10°C. Pengamatan dilakukan selama 16 hari dengan interval setiap 2 hari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Susut Bobot

Berdasarkan analisis statistik, terdapat hubungan linier antara lama penyimpanan dengan susut bobot CMU seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Hubungan Lama Penyimpanan 16 Hari Terhadap Susut Bobot CMU Hasil Ozonisasi dan Tanpa Ozonisasi

Koefisien regresi CMU tanpa ozonisasi adalah 0,952 dan 0,865 pada CMU hasil ozonisasi. Hubungan antara lama penyimpanan dengan susut bobot bersifat linier positif. Berdasarkan persamaan yang diperoleh, setiap lama penyimpanan 1 hari, susut bobot akan meningkat sebesar 0,952% pada CMU tanpa ozonisasi dan sebesar 0,865% pada CMU

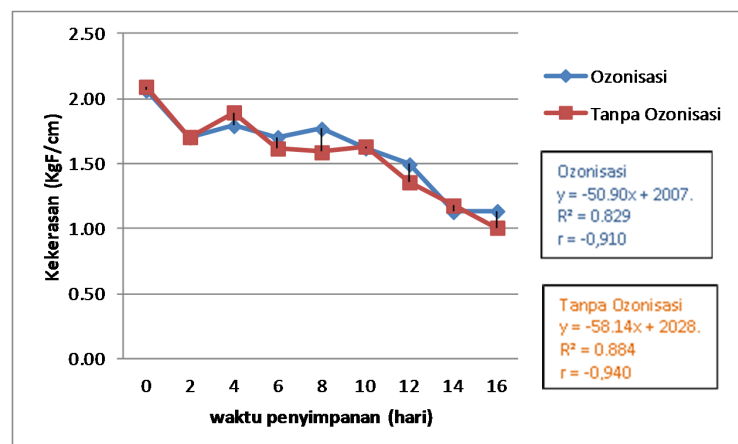
hasil ozonisasi. Hal ini berkaitan dengan laju respirasi yang terjadi. Sejalan dengan penelitian Liew and Prange (1994) yang menyatakan bahwa terjadi penurunan respirasi pada wortel yang diozonisasi akibat adanya penghambatan produksi etilen yang diikuti oleh tertahannya penurunan jaringan dan stabilitas membran.

Keeratan hubungan antara lama penyimpanan dengan susut bobot pada CMU tanpa ozonisasi ditunjukkan dengan nilai R^2 sebesar 0,996 yang berarti 99,6% susut bobot dipengaruhi oleh lama penyimpanan sedangkan sisanya sebesar 0,4% dipengaruhi faktor lain dan sebesar 99,4% pada CMU hasil ozonisasi sedangkan sisanya sebesar 0,6% dipengaruhi faktor lain. Faktor-faktor lain yang memengaruhi dapat berupa suhu penyimpanan, kelembaban relatif (RH), kecepatan aliran udara pendingin, tekanan udara, teknik pengemasan dan lain-lain. Koefisien korelasi (r) sebesar 0,998 CMU tanpa ozonisasi dan sebesar 0,997 pada CMU hasil ozonisasi menunjukkan lama penyimpanan memiliki korelasi yang sangat kuat dengan susut bobot CMU.

Susut bobot CMU semakin meningkat seiring dengan lamanya waktu penyimpanan baik yang diozon maupun yang tanpa ozonisasi. Hal ini terjadi akibat adanya pengurangan bahan-bahan organik akibat proses respirasi dan pengurangan air akibat proses transpirasi. Proses respirasi yang terus terjadi selama penyimpanan mengakibatkan terjadinya perombakan senyawa karbohidrat menjadi CO_2 , air dan menghasilkan sejumlah energi. Susut bobot juga dapat disebabkan oleh tekanan uap air dalam atmosfer ruang penyimpanan dingin diperkirakan lebih rendah daripada tekanan uap air dalam jaringan cabai, sebagai akibatnya air terus menguap sehingga susut bobot naik. Meskipun demikian, laju penurunan susut bobot CMU hasil ozonisasi lebih rendah dari CMU tanpa ozonisasi dan rata-rata perlakuan ozon dapat menurunkan laju susut bobot sebesar 13,35 %.

2. Kekerasan

Berdasarkan analisis statistik, terdapat hubungan linier antara lama penyimpanan dengan kekerasan CMU seperti terlihat pada Gambar 2.



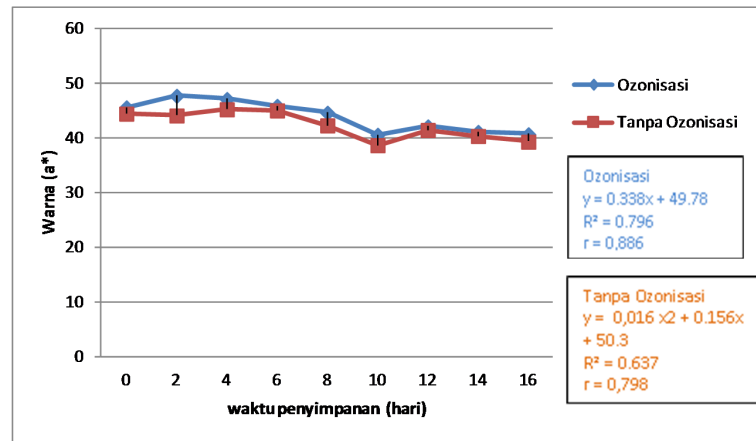
Gambar 2. Grafik Hubungan Lama Penyimpanan 16 Hari Terhadap Kekerasan CMU Hasil Ozonisasi dan Tanpa Ozonisasi

Kedua persamaan menunjukkan bahwa koefisien regresi yang diperoleh bersifat linier negative ; sebesar -58,14 pada CMU tanpa ozonisasi, dan -50,90 pada CMU hasil ozonisasi.. Berdasarkan persamaan yang diperoleh, setiap lama penyimpanan 1 hari, kekerasan akan menurun sebesar 50,90 gF/cm² pada CMU hasil ozonisasi dan sebesar 58,14 gF/cm² pada CMU tanpa ozonisasi. Keeratan hubungan antara lama penyimpanan dengan kekerasan pada CMU tanpa ozonisasi sebesar 0,884, yang berarti 88,4% kekerasan dipengaruhi oleh lama penyimpanan sedangkan sisanya sebesar 11,6% dipengaruhi faktor lain, dan sebesar 0,829 pada CMU hasil ozonisasi, yang berarti 82,9% kekerasan dipengaruhi oleh lama penyimpanan sedangkan sisanya sebesar 17,1% dipengaruhi faktor lain. Faktor-faktor lain yang memengaruhi kekerasan dapat berupa perlakuan pra-pengemasan seperti perendaman dalam air berozon. Koefisien korelasi (r) pada CMU tanpa ozonisasi sebesar -0,940 dan sebesar -0,910 pada CMU hasil ozonisasi menunjukkan bahwa lama penyimpanan memiliki korelasi yang sangat kuat dengan kekerasan cabai merah. Nilai r yang negatif menunjukkan semakin lama penyimpanan maka kekerasan cabai semakin rendah.

Hasil pengamatan memperlihatkan bahwa nilai kekerasan menurun seiring lamanya waktu penyimpanan. Hal ini berkaitan dengan terjadinya pelunakan jaringan cabai merah akibat perubahan struktural dalam dinding sel primer dan adanya aktivitas enzimatis yang mengarah pada degradasi sel pektin akibat terlarutnya dan depolimerisasi substansi pektin secara progresif sehingga terjadi penurunan ketahanan terhadap tekanan (Pantastico, 1986 dikutip Auliani, 2010). Menurut Mitchell (1992) dikutip Kader (1992) penurunan kekerasan juga disebabkan karena selama penyimpanan terjadi kehilangan air yang menyebabkan turgor sel berkurang. Bila dihitung laju penurunan kekerasannya, maka CMU hasil ozonisasi lebih rendah dibandingkan dengan yang tanpa diozon. Selama 16 hari penyimpanan perlakuan ozonisasi mampu menurunkan laju penurunan kekerasan sebesar 14,44 %.

3. Warna (Nilai a*)

Nilai a* merupakan nilai yang menyatakan tingkat intensitas warna hijau-merah pada suatu produk. Nilai negatif menunjukkan warna hijau sedangkan nilai positif menunjukkan warna merah. Berdasarkan analisis statistik, terdapat hubungan linier antara lama penyimpanan dengan nilai a* CMU (Gambar 3).



Gambar 3. Grafik Hubungan Lama Penyimpanan 16 Hari Terhadap Warna (Nilai a^*) CMU Hasil Ozonisasi dan Tanpa Ozonisasi

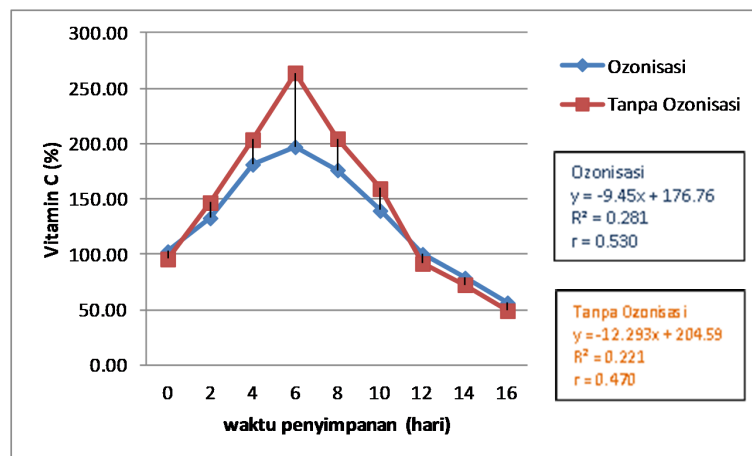
Kedua persamaan di atas menunjukkan bahwa koefisien regresi 0,156 pada CMU tanpa ozonisasi sebesar 0,156 dan 0,338 pada CMU hasil ozonisasi. Berarti hubungan antara lama penyimpanan dengan nilai a^* linier positif pada CMU hasil ozonisasi dan polinomial positif pada CMU tanpa ozonisasi. Setiap lama penyimpanan 1 hari, nilai a^* akan meningkat sebesar 0,156 pada CMU tanpa ozonisasi dan sebesar 0,338 pada CMU hasil ozonisasi. Laju peningkatan nilai a^* pada CMU hasil ozonisasi lebih rendah dibandingkan dengan yang tidak diozonisasi. Hal tersebut berkaitan dengan laju respirasinya. Pada CMU hasil ozonisasi lebih tinggi dibandingkan dengan CMU tanpa ozonisasi sehingga memperlambat penuaan warna merah.

Keeratan hubungan antara lama penyimpanan dengan nilai a^* (nilai R^2) CMU tanpa ozonisasi sebesar 0,637, yang berarti 63,7% nilai a^* dipengaruhi oleh lama penyimpanan sedangkan sisanya sebesar 36,3% dipengaruhi faktor lain, dan sebesar 0,796 pada CMU hasil ozonisasi, yang berarti 79,6% nilai a^* dipengaruhi oleh lama penyimpanan dan sisanya sebesar 20,4% dipengaruhi oleh faktor lain. Faktor-faktor lain yang memengaruhi nilai a^* antara lain seperti kondisi awal produk dan pertumbuhan mikroorganisme penyebab pencoklatan seperti *Alternaria* spp.

4. Kadar Vitamin C

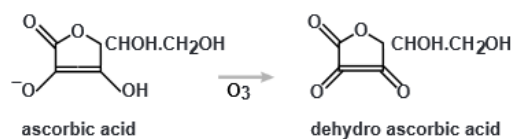
Hasil analisis statistik menunjukkan adanya hubungan linier antara lama penyimpanan dengan kadar vitamin C CMU (Gambar 4). Koefisien regresi adalah -12,29 pada CMU tanpa ozonisasi, dan -9,45 pada CMU hasil ozonisasi. Hubungan antara lama penyimpanan dengan kadar vitamin C bersifat linier negatif. Berdasarkan persamaan yang diperoleh, setiap lama penyimpanan 1 hari, kadar vitamin C akan menurun sebesar 9,45 % pada CMU hasil ozonisasi dan sebesar 12,29 % pada CMU tanpa ozonisasi. Keeratan hubungan antara lama penyimpanan dengan kadar vitamin C pada CMU tanpa ozonisasi sebesar 0,221, yang berarti 22,1% kadar vitamin C dipengaruhi oleh lama penyimpanan sedangkan sisanya sebesar 77,9 % dipengaruhi faktor lain, dan sebesar 0,281 pada CMU

hasil ozonisasi, yang berarti 28,1% kadar vitamin C dipengaruhi oleh lama penyimpanan sedangkan sisanya sebesar 71,9% dipengaruhi faktor lain. Faktor lain yang memengaruhi perubahan kandungan vitamin c seperti kondisi selama pengujian baik dari suhu ruang maupun dari proses preparasi sampel karena vitamin C merupakan vitamin yang tidak stabil terhadap suhu dan sangat sensitif terhadap berbagai proses pengolahan. dapat berupa perlakuan pra-pengemasan seperti perendaman dalam air berozon. Koefisien korelasi (r) pada CMU tanpa ozonisasi sebesar 0,420 dan sebesar 0,530 pada CMU hasil ozonisasi menunjukkan bahwa lama penyimpanan memiliki korelasi yang kurang kuat dengan kadar vitamin C cabai merah.



Gambar 4. Grafik Hubungan Lama Penyimpanan 16 Hari Terhadap Kadar Vitamin C Cabai Merah Hasil Ozonisasi dan Tanpa Ozonisasi

Seiring dengan lama penyimpanan, kadar vit C pada CMU mengalami kenaikan hingga penyimpanan hari ke-6, proses peningkatan kadar vitamin C pada CMU disebabkan oleh masih berlangsungnya biosintesis vitamin C yaitu UDP-glukoronat menjadi asam askrobat. Penanganan pasca panen seperti penyimpanan pada suhu rendah memiliki dampak pada komponen nutrisi CMU. Howard *et al.* (1994) dalam Bosland dan Votava (1999) melaporkan bahwa aktivitas provitamin-A, karotenoid, asam fenolik, kandungan asam askrobat dan aktifitas antioksidan secara menyeluruh meningkat seiring dengan matangnya cabai merah pada semua kultivar dan spesies. Ozon merupakan oksidator kuat yang dapat mengoksidasi vitamin C dalam buah. Reaksi oksidasi yang terjadi antara vitamin C dan ozon adalah sebagai berikut (Mudd, 1998) :



Reaksi oksidasi inilah yang menyebabkan kandungan vitamin C CMU hasil ozonisasi pada pengamatan hari ke-6 sampai hari ke-16 menurun.

5. Residu Pestisida

Penggunaan pestisida dengan bahan aktif *profenofos* dapat mengurangi tingkat kerusakan CMU di lapangan. Namun penggunaan pestisida yang memiliki senyawa kimia berbahaya, menyebabkan produk yang dipanen membawa residu senyawa kimia tersebut dan bisa dikonsumsi oleh konsumen yang memakannya. *Profenofos* merupakan salah satu jenis insektisida organofosfat dengan batas maksimum residu sesuai Standar Nasional Indonesia yaitu 5mg/kg pada CMU. Menurut Burrows *et al.* (2002).residu pestisida tersebut dapat menyebabkan *neurotoxicity*, *carcinogenesis*, reproduksi dan perkembangan sel yang abnormal yang kebanyakan terjadi pada awal masa pertumbuhan. Hasil pengamatan jumlah residu pestisida disajikan pada table berikut.

Tabel 1. Jumlah Residu Pestida yang Mengandung Profenofos pada CMU Hasil Ozonisasi dan Tanpa Ozonisasi

Komponen Aktif Profenofos	Cabe Merah
Tanpa Ozonisasi (mg/kg)	17.09
Hasil Ozonisasi (mg/kg)	8.303
Batas Maksimum Residu (SNI 7313:2008) (mg/kg)	5
Penurunan Residu Pestisida	51.42%

Dari Tabel 1 di atas terlihat bahwa pada CMU tanpa ozonisasi terkandung residu pestisida sebanyak 17.09 mg/kg sedangkan pada CMU hasil ozonisasi sebesar 8.303 mg/kg. Artinya terjadi penurunan residu pestisida sebesar 51.416% pada CMU hasil ozonisasi. Hasil pengamatan ini sesuai dengan studi yang dilakukan Hwang *et al.* (2001) dalam O'Donnell *et al* (2012) dalam menentukan efektifitas dari beberapa desinfektan dalam pencucian (klorin, klorin dioksida, *hydrogen peroxyacetic* dan ozon) untuk menghilangkan residu pestisida *mancozeb* dan *ethylenethiourea* (ETU) pada apel segar. Ternyata hasilnya mendapatkan bahwa sebesar 56-97% pengurangan residu *mancozeb* dan menghilangkan residu *ethylenethiourea* secara sempurna setelah dilakukan pencucian apel dengan air berozon konsentrasi 3 ppm.

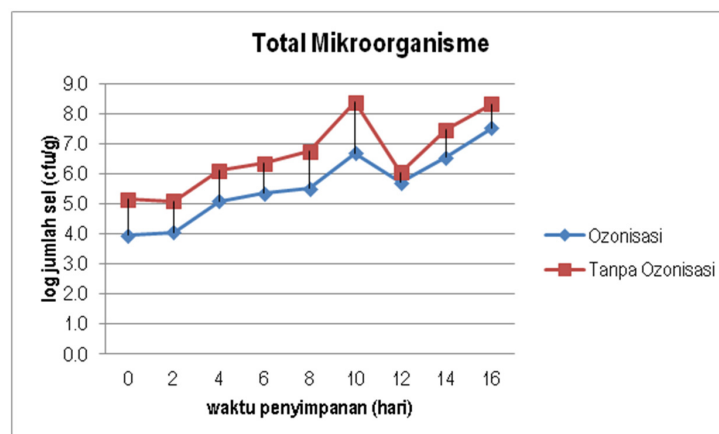
Peristiwa oksidasi merupakan penyebab utama dalam proses degradasi untuk pestisida pada umumnya. Ozonisasi merupakan proses yang aman dan menguntungkan dalam mereduksi pestisida pada permukaan buah dan sayuran baik dalam skala rumah tangga maupun dalam skala industri dengan efektifitas sebesar 50-100% (O'Donnell *et al*, 2012).

Degradasi senyawa kimia dari pestisida membutuhkan proses biotik dan abiotik. Proses biotik melibatkan biodegradasi dan metabolisme. Asorpsi dan degradasi menempati urutan kedua dalam kriteria kritis yang dapat menentukan laju pengurangan pestisida di dalam tanah (Kah *et al.*, 2007 dalam O'Donnell *et al*, 2012). Ormad *et al.* 2008 dalam O'Donnell *et al*, (2012) menyatakan bahwa perlakuan ozonisasi dapat mereduksi residu

pestisida sebesar 70% dan jika ozonisasi dikombinasikan dengan proses absorpsi karbon aktif dapat meningkatkan efisiensinya hingga 90%).

6. Total Mikroorganisme

Hasil pengamatan total mikroorganisme disajikan pada Gambar 5. Berdasarkan hasil pengamatan, perlakuan perendaman CMU dalam larutan ozon 1,9 ppm dapat mengurangi jumlah total mikroba rata-rata sebanyak 9.64% atau hampir 1 log cfu/mL selama penyimpanan 16 hari dibandingkan dengan CMU tanpa ozonisasi. Jumlah total mikroba CMU hasil ozonisasi dan tanpa ozonisasi konstan hingga hari ke dua, dan cenderung meningkat hingga hari ke 10. Pada hari ke-12 jumlah total mikroba menurun, namun meningkat lagi hingga pengamatan berakhir di hari ke-16, yaitu sebanyak 10^8 cfu/g pada CMU tanpa ozonisasi dan 10^7 cfu/g pada CMU hasil ozonisasi. Adanya penurunan jumlah mikroba pada hari ke-12 dimungkinkan akibat alasan teknis sampling, karena pola pertumbuhan mikroba cenderung meningkat hingga hari ke 16. Sifat ozon yang tidak stabil di suhu ruang menyebabkan kemampuannya dalam menghambat pertumbuhan mikroba menjadi berkurang setelah masa inkubasi tertentu. Pada penelitian ini, efektivitas larutan ozon sebagai antimikroba pada CMU berkurang pada penyimpanan 14 hari atau lebih, yaitu hanya mereduksi 0,5 log cfu/g mikroba dibandingkan dengan sebelumnya yaitu rata-rata lebih dari 1 log cfu/g mikroba. Untuk meningkatkan efektivitasnya maka aplikasi ozon untuk pengawetan CMU segar dapat dikombinasikan dengan metode lainnya (*hurdle technology*), seperti pengemasan vakum, *modified atmosphere*, atau penyimpanan suhu rendah (*cold chain preservation*).



Gambar 5. Grafik Hubungan Lama Penyimpanan 16 Hari Terhadap Total Mikroorganisme Cabai Merah Hasil Ozonisasi dan Tanpa Ozonisasi

KESIMPULAN

Perlakuan perendaman dalam air berozon konsentrasi 1,9 ppm pada cabe merah unggulan UNPAD memengaruhi secara nyata pada susut bobot, kekerasan residu pestisida dan total mikroroganisme, tetapi tidak berpengaruh terhadap kadar vitamin C dan intensitas

warna hijau-merahnya (nilai a^*). Perendaman dengan air berozon mampu mengurangi susut bobot cabai merah sebesar 13,35 %, laju perubahan kekerasan sebesar 14,44 %, total mikroorganisme sebesar 9,64 %, dan mampu mereduksi residu pestisida sebesar 51,42 % selama penyimpanan 16 hari pada 10°C. Laju penurunan kadar vitamin C dan intensitas warna merah-hijau (nilai a^*) tidak berbeda nyata antara cabai merah hasil ozonisasi dan tanpa ozonisasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih dan penghargaan yang tak terhingga disampaikan kepada Dikti yang telah memberi hibah penelitian Stranas selama 2 tahun. .

DAFTAR PUSTAKA

- Bosland, W.P and Votava, E.J. 1999. Peppers, Vegetable and Spice Capsicum 2nd Edition. Crop Production Science in Horticulture Series. University of the West Indies, Barbados
- Burrows, H.D., Canle, L.M., Santaballa, J.A. and Steenken, S. 2002. Reaction pathways and mechanisms of photodegradation of pesticides, Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology, 67(2): 71–108.
- James J.B. and N. Tipvanna. 2010. Processing of Fresh-Cut Tropical Fruits and Vegetables : A TECHNICAL GUIDE. FAO, Bangkok.
- Khadre, M.A., A-E. Yousef, and J-G. Kim. 2001. Microbiological aspects of ozone applications in food: a review. J.Food Science. 66:1242-1252.
- Liew, C.L., Prange, R.K.. 1994. Effect of ozone and storage temperature on postharvest diseases and physiology of carrots (*Daucus carota* L.). J. Am. Soc. Hort. Sci. 119 (3), 563–567.
- Mitchell, F. G. 1992. Cooling Horticultural Crops. In. Kader, A. A (Ed.). Postharvest Technology of Horticultural Crops. University Of California, USA.
- Mudd, J. B.1998. Biochemical Reaction of Ozone in Plants. USDA Forest Service GEN. Tech. Rep.
- O'Donnell, C. e. 2012. Ozone in Food Processing. Dalam Ozone in Fruit and Vegetable Processing (hal. 73). UK: Willey-Blackweel.
- Pantastico, Er. B. 1989. Fisiologi Pasca Panen, Penanganan dan Pemanfaatan Buah-Buahan dan Sayur-sayuran Tropik dan Subtropik. Gajah Mada Press, Yogyakarta
- Saptana, Khoiriyah N.A, Makky A.A. 2012. Kinerja Produksi dan Harga Komoditas Cabai Merah.
- Setiasih, I.S., R. Kastaman, D. Musaddad, dan I. Hanidah. 2010. Aplikasi Ozon, Pengemas Plastik dan Suhu Rendah pada Kubis Bunga Fresh-Cut untuk Menghasilkan Produk Siap Guna Yang Aman dan Bermutu. Laporan Akhir Penelitian Strategis Nasional Tahun Ke-1. FTIP Universitas Padjadjaran, Bandung.
- _____. 2013. Laju Perubahan Mutu Kubis Bunga Diolah Minimal pada Berbagai Pengemasan dan Suhu Penyimpanan.

Laporan Akhir Penelitian Strategis Nasional Tahun Ke-2. FTIP Universitas Padjadjaran, Bandung.

T1-TI 01

PENGARUH SUBSTITUSI TEPUNG MOCAF DAN PENAMBAHAN TEPUNG PISANG TERHADAP SIFAT-SIFAT BROWNIES

Substitution Effect of Mocaf and Banana Flour to Characteristic of Brownies

Sunardi^{a*}, Ngatirah^a dan Okta Nofiyanto^b

^aJurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Stipar Yogyakarta

^bAlumnus Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fateta, Instipar Yogyakarta

sunardi_id@yahoo.co.uk

ABSTRACT

The research was conducted to study the effect of substitution of modified cassava flour (MOCAF) and addition of banana flour on characteristic of brownies and to get the level substitution of mocaf and banana flour that yield the preferable brownies by consumers. The randomized complete block design used as experimental design with two factors. The first factor is the level substitution of mocaf (A1 0%, A2 50% and A3 100%) and second factor is the level addition of banana flour (B1 0%, B2 15%, and B3 30%). The analyzed of brownies are moisture, ash, protein content, fat content, fibre content, loaf level, texture and organoleptic scoring test (colour, flavor, texture and taste). The result showed that the level substitution of mocaf and banana flour addition have an effect significantly on ash content, fibre content, texture, and organoleptic scoring test (colour, flavor, texture and taste). Based on overall organoleptic score, the organoleptic score of brownies that made with the mocaf flour have the same organoleptic score as brownies that made from wheat flour. While the brownies with 30% addition of banana flour more preferable by panelist.

Keywords: mocaf flour, banana flour, brownies

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh substitusi tepung mocaf dan penambahan tepung pisang terhadap sifat-sifat brownies dan untuk menentukan jumlah substitusi tepung mocaf dan tepung pisang yang menghasilkan brownies yang disukai oleh konsumen. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan blok lengkap yang terdiri dari dua faktor. Faktor pertama adalah substitusi tepung mocaf (A) yang terdiri atas 3 aras yaitu 0% (A1), 50% (A2) dan 100% (A3). Sedangkan faktor kedua yaitu penambahan tepung pisang (B) yang terdiri atas 3 aras yaitu 0% (B1), 15% (B2) dan 30% (B3). Parameter yang dianalisis meliputi : kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, kadar serat, pengembangan, tekstur dan uji organoleptik (warna, aroma tekstur dan rasa). Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa substitusi tepung mocaf dan penambahan tepung pisang berpengaruh terhadap kadar air, protein, lemak dan pengembangan. Namun tidak berpengaruh terhadap kadar abu, serat, kesukaan warna, aroma, tekstur, rasa dan analisis fisik tekstur. Berdasarkan skor kesukaan organoleptik keseluruhan brownies yang dibuat dengan tepung mocaf mempunyai nilai kesukaan yang sama dengan brownies yang dibuat dengan tepung terigu. Sedangkan brownies yang dibuat dengan penambahan tepung pisang 30% lebih disukai oleh Panelis.

Kata kunci : Tepung Mocaf, Tepung Pisang, Brownies

PENDAHULUAN

Brownies merupakan kue khas Amerika yang sering disebut sebagai “Kue Bantat”. Sebutan brownies sendiri terinspirasi dari warna yang kecoklatan. Di Indonesia brownies mulai populer sekitar tahun 1998. Brownies atau cake pada umumnya menggunakan tepung terigu sebagai bahan baku. Akan tetapi sampai saat ini tepung terigu masih mengandalkan pasokan dari luar negeri. Disamping itu tepung terigu mempunyai kekurangan pada serat. Untuk itu perlu upaya untuk mengatasinya yaitu dengan mensubstitusikan atau menggantikan dengan sumber karbohidrat lain seperti ubi kayu.

Ubi kayu mudah dibudidayakan dan mengandung banyak serat. Ubi kayu dapat dibuat tepung untuk dapat menggantikan tepung terigu, namun tepung ubi kayu menghasilkan aroma dan cita rasa khas yang terkadang kurang disukai oleh konsumen. Untuk mengatasi hal itu, ubi kayu perlu diolah lebih lanjut menjadi tepung mocaf. Tepung mocaf merupakan tepung singkong yang dimodifikasi (Salim, 2011). Kata mocaf berasal dari singkatan *Modified Cassava Flour*. Tepung mocaf memiliki karakter yang berbeda dengan tepung ubi kayu biasa dan tepung tapioka, terutama dalam hal derajat viskositas, kemampuan gelasi, daya rehidrasi dan kemudahan larut yang lebih baik. Sifat tersebut menyebabkan tepung mocaf dapat digunakan untuk mensubstitusi (menggantikan sebagian) atau menggantikan seluruh tepung terigu. Menurut Misgiarta (2009), tepung mocaf secara karakteristik dan kualitas hampir menyerupai tepung terigu sehingga sangat cocok untuk menggantikan bahan terigu untuk kebutuhan industri makanan. Penggunaan tepung mocaf berkisar antara 30 – 100 % tergantung pada produk yang akan diolah.

Selain tepung mocaf, untuk mengurangi penggunaan atau mensubstitusi tepung terigu dapat dilakukan dengan menggunakan tepung pisang untuk menambah kadar serat prebiotik serta menambah mineral dan vitamin didalam brownies. Buah pisang cukup sesuai untuk diproses menjadi tepung mengingat bahwa komponen utama penyusunnya adalah karbohidrat 88,6% (Suyanti Sutuhu dan Ahmad Supriyadi, 1995). Menurut Widowati (2001), Keistimewaan lain dari tepung pisang adalah sifatnya yang mudah dicerna selain itu tepung pisang berperan sebagai pembawa protein konsentrat dari bahan lain yang dianjurkan penggunaannya sebagai sumber protein alternatif dalam formulasi yang sesuai dengan cita rasa. Tepung pisang juga dapat menambah dan menggantikan tepung terigu dalam pembuatan mie, kue kering, dan cake (Hardiman, 1982). Pisang yang paling baik menghasilkan tepung pisang adalah pisang kepok putih, karena tepung pisang yang dihasilkan mempunyai warna yang lebih putih dibanding dengan yang dibuat dari pisang jenis lain, namun kelemahannya adalah aroma pisanganya kurang kuat (Fajar Kurniawan, 2009). Penggunaan tepung pisang berkisar antara 25 – 100 % tergantung pada produk yang akan diolah.

Penelitian ini bertujuan untuk : (1) Mengetahui pengaruh substitusi tepung mocaf dan penambahan tepung pisang terhadap sifat-sifat brownies, (2) Menentukan jumlah substitusi tepung mocaf dan tepung pisang yang menghasilkan brownies yang disukai oleh konsumen.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan untuk membuat brownies antara lain : ubi kayu varietas mangi, pisang kepok putih diperoleh di Pasar Stan, telur, gula pasir, fermipan, tepung terigu merk segitiga biru, margarin merk Blue Band, baking powder, cokelat batang dan cokelat bubuk yang diperoleh dari toko bahan roti di Jogjakarta. Sedangkan bahan kimia yang digunakan untuk analisis diantaranya aquadest, petroleum ether, $\text{Na}_2\text{SO}_4 - \text{HgO}$ (20 : 1), HCl , $\text{NaOH}-\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, K_2SO_4 10 %, H_2SO_4 pekat, metilan red dan alkohol 95 % yang diperoleh dari toko bahan kimia di Yogyakarta.

Alat

Alat-alat yang digunakan untuk membuat tepung mocaf dan tepung pisang antara lain: pengering kabinet, mesin penggiling serta ayakan 80 mesh. Alat-alat yang digunakan untuk membuat brownies diantaranya adalah timbangan, mixer, pengaduk, loyang alumunium, oven, kompor, gelas ukur dan panci. Sedangkan untuk analisis digunakan labu kjedhal, erlenmeyer, soxlet, botol timbangan, desikator, muffle, oven, kurs porselin dan kertas saring.

Metode Penelitian

Rancangan percobaan :

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan Rancangan Blok Lengkap (RBL) dengan 2 ulangan, rancangan disusun dengan dua faktorial sebagai berikut: Faktor A : substitusi tepung mocaf (A_1 : tepung mocaf 0 %; A_2 : tepung mocaf 50 % dan A_3 : tepung mocaf 100 %). Faktor B : tingkat penambahan tepung pisang (B_1 : tepung pisang 0 %; B_2 : tepung pisang 15 % dan B_3 : tepung pisang 30 %)

Percobaan ini dilakukan dengan kombinasi faktor A dan faktor B dengan 2 kali ulangan sehingga didapatkan $3 \times 3 \times 2 = 18$ satuan eksperimentasi. Hasil pengamatan dianalisis statistik dengan Anava, dan bila terdapat beda nyata antar perlakuan, maka dilakukan Uji Jarak Berganda Duncan (JBD) pada jenjang nyata 5%.

Prosedur Pelaksanaan

Percobaan dimulai dengan preparasi bahan dasar, yaitu pembuatan tepung mocaf dan tepung pisang:

a. Pembuatan tepung mocaf (Misgiarta, 2009 yang dimodifikasi).

Sebelum dikupas, ubi segar dibersihkan dari tanah dan kotoran. Usahakan waktu memanen, ubi dicabut dengan tangkainya dan hindari luka pada kulitnya. Sebaiknya ubi kayu segera diproses setelah dipanen. Kualitas tepung terbaik diperoleh bila ubi kayu diproses maksimal 24 jam setelah dipanen. Cara pengupasan ubi kayu yang baik adalah melepaskan bagian kulit secara manual satu per satu. Cara pengupasan seperti ini menghasilkan rendemen yang tinggi, namun memerlukan waktu yang lama dan tenaga kerja yang banyak. Pengupasan dapat menggunakan pisau atau alat khusus untuk mengupas ubi kayu. Lendir pada bagian luar ubi kayu sebaiknya dihilangkan dengan dikerik segera setelah ubi dikupas untuk mengurangi kadar asam biru atau asam sianida (HCN). Ubi kayu yang

telah dikupas segera dicuci dengan air mengalir. Bila masih menunggu diproses, ubi kayu kupas direndam dalam air. Semua ubi harus tercelup air karena bagian yang tidak tercelup akan berwarna coklat. Ubi kayu kupas lalu disawut dengan menggunakan alat perajang atau penyawut. Setelah itu sawut direndam dalam air dengan perbandingan 1:1 yang telah diberi fermipan dengan dosis 2 gr untuk 1 liter air (0,2 %). Sawut difermentasi selama 24 jam. Selama fermentasi akan muncul gelembung-gelembung udara, timbul aroma asam, tekstur sawut menjadi remah, dan warnanya lebih putih. Kemudian sawut dikeringkan dengan pengering kabinet pada suhu 50-60°C selama 6 – 8 jam, ciri-ciri sawut kering adalah jika sawut mudah dipatahkan “getas”. Setelah menjadi sawut kering kemudian digiling dan diayak dengan menggunakan 80 mesh dan segera dimasukkan dalam wadah penyimpanan tepung sebelum digunakan untuk membuat produk.

b. Pembuatan tepung pisang (Fajar Kurniawan, 2009).

Tepung pisang dibuat dari pisang yang tua tapi belum masak. Tingkat ketuaan yang dipilih merupakan tingkat dimana kandungan patinya maksimum. Secara sederhana dapat dipilih tingkat ketuaan dimana dalam satu tandan ada 1 atau dua buah pisang telah masak. Pertama-tama pisang dilepas dari sisirnya, dicuci dan direbus selama 10 - 15 menit. Perebusan ini akan mempermudah pengupasan, mengurangi atau menghilangkan getah, dan memperbaiki warna gaplek dan tepung yang dihasilkan. Setelah dikupas, buah diiris tipis-tipis melintang atau menyerong dengan ketebalan irisan 0,25 – 0,75 cm dan direndam dalam larutan natrium metabisulfit 2000 ppm selama 5 – 10 menit. Tujuan perendaman dalam larutan natrium metabisulfit adalah untuk mencegah pisang menjadi coklat dan untuk pengawetan. Kemudian irisan pisang ditiriskan dan dikeringkan menggunakan pengering kabinet dengan suhu 60 – 75°C selama 6 – 8 jam. Tanda telah kering adalah jika gaplek pisang mudah dipatahkan (“getas”). Diharapkan kadar air gaplek 6 – 10%. Kemudian digiling serta diayak menggunakan 80 mesh sehingga diperoleh tepung pisang yang halus.

c. Pembuatan brownies (Nurapriani, 2010).

Dalam membuat brownies terlebih dahulu disiapkan 3 adonan: adonan pertama yaitu adonan coklat batang dan margarin, adonan kedua berupa telur 131,2 gr (2 butir), 1 gr garam, dan gula pasir 125 gr, dan adonan ketiga adalah komposit tepung mocaf dan tepung pisang sesuai dengan kombinasi perlakuan, 50 gr coklat bubuk, 0,5 gr baking powder. Pertama-tama adonan 1 dibuat dengan cara ditim tunggu hingga mencair, bersamaan menunggu mencair membuat adonan kedua dengan cara memasukkan telur 131,2 gr, 1 gr garam, dan gula pasir 125 gr kemudian dicampur atau dimixer hingga mengental, setelah mengental campurkan adonan ketiga yaitu tepung komposit antara tepung mocaf dengan tepung pisang sesuai dengan perlakuan, coklat bubuk dan baking powder yang telah dicampur terlebih dahulu agar semua bahan merata.

Adonan diaduk kurang lebih 10 – 15 menit sehingga diperoleh adonan yang tercampur rata dan halus. Adonan kemudian dicetak pada loyang dan dipanggang dengan oven pada suhu 120°C selama \pm 30 menit selanjutnya dilakukan pendinginan sampai suhu

kamar. Setelah semua perlakuan selesai kemudian dilakukan analisis meliputi analisis kimia (kadar air, protein, lemak, serat, dan kadar abu), analisis fisik (tingkat pengembangan volume, tekstur) serta analisis organoleptik (warna, aroma dan rasa).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar air brownies

Data hasil penentuan kadar air brownies yang dihasilkan disusun dalam Tabel 1.

Tabel 1. Rerata analisis kadar air brownies % bb

Substitusi mocaf (A)	Penambahan tepung pisang (B)			Rerata
	0% (B ₁)	0% (B ₂)	0% (B ₃)	
0% (A ₁)	16,74 ^{bcd}	13,71 ^f	15,86 ^{cdef}	15,43
50% (A ₂)	21,81 ^a	16,95 ^{bcd}	16,29 ^{bdef}	18,35
100% (A ₃)	17,18 ^{bc}	14,20 ^f	17,23 ^b	16,20
Rerata	18,57	14,95	16,46	

Keterangan: Rerata perlakuan yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan adanya beda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada jenjang nyata 5 %.

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa kadar air tertinggi pada brownies dengan substitusi tepung mocaf 50 % tanpa penambahan tepung pisang yaitu 21,81 % bb, sedangkan kadar air terendah terdapat pada brownies tepung mocaf 0 % dengan penambahan tepung pisang 15 % yaitu 13,71 % bb. Hal ini diduga brownies yang dibuat dengan penambahan tepung mocaf 50 % tanpa penambahan tepung pisang memiliki kadar serat yang lebih tinggi yang berasal dari tepung terigu. Menurut Misgiarta (2009), kadar serat dari tepung mocaf adalah 1,9 – 3,4 %. Menurut Mazt (1972), kadar serat dari tepung pisang 2,0 – 2,5%. Sedangkan menurut Suyanti Sutuhu dan Ahmad Supriyadi (1995), kadar serat tepung pisang 2%. Menurut Winarno (2002), Kandungan serat yang tinggi mengakibatkan air dapat terikat dan melepaskan air pada bahan.

Kadar abu brownies

Data hasil penentuan kadar abu brownies yang dihasilkan disusun dalam Tabel 2.

Tabel 2. Rerata analisis kadar abu brownies (% bk)

Substitusi tepung mocaf (A)	Penambahan tepung pisang (B)			Rerata
	0% (B ₁)	0% (B ₂)	0% (B ₃)	
0% (A ₁)	1,93	1,75	1,47	1,71 ^a
50% (A ₂)	1,62	1,69	1,58	1,63 ^a
100% (A ₃)	1,59	1,47	1,39	1,48 ^b
Rerata	1,71 ^p	1,63 ^p	1,48 ^q	

Keterangan: Rerata perlakuan yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan adanya beda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada jenjang nyata 5 %.

Dari Tabel 2. Dapat dilihat bahwa substitusi tepung mocaf berpengaruh terhadap kadar abu brownies. Kadar abu tertinggi terdapat pada brownies dari substitusi tepung mocaf 0 % (hanya tepung terigu) yaitu 1,71 % bk, sedangkan kadar abu terendah terdapat pada brownies dari substitusi tepung mocaf 100 % yaitu 1,48 %. Hal ini disebabkan dari kandungan abu pada tepung terigu lebih banyak dibandingkan dengan tepung mocaf, sehingga semakin tinggi substitusi tepung mocaf kadar abunya makin rendah. Menurut (Misgiarta, 2009), kandungan abu tepung mocaf maksimal 0,2 %. Sedangkan kandungan abu tepung terigu sebesar 1,5 – 2,0 % (Mazt, 1972).

Penambahan tepung pisang berpengaruh terhadap kadar abu brownies. Kadar abu tertinggi diperoleh pada brownies tanpa penambahan tepung pisang yaitu 1,71 % bk, sedangkan kadar abu terendah pada perlakuan penambahan tepung sebesar 30 % yaitu 1,48 %. Hal ini disebabkan karena penambahan tepung pisang sampai 30 % akan menambah berat adonan sehingga kadar abu yang dihasilkan semakin kecil, meskipun tepung pisang mengandung kadar abu yang lebih tinggi dibanding terigu. Menurut Suyanti sutuhu dan Ahmad Supriyadi(1995), kadar abu tepung pisang sebesar 3,2% sedangkan kadar abu terigu sebesar 1,5-2,0 (Mazt, 1972).

Kadar protein

Data hasil penentuan kadar protein brownies yang dihasilkan disusun dalam Tabel 3.

Tabel 3. Rerata analisis kadar protein brownies (% bk)

Substitusi tepung mocaf (A)	Penambahan Tp. pisang (B)			Rerata
	0% (B ₁)	0% (B ₂)	0% (B ₃)	
0% (A ₁)	6,53 ^a	5,16 ^{bc}	6,20 ^{ab}	5,96
50% (A ₂)	4,99 ^{cd}	4,55 ^{cde}	4,02 ^{def}	4,52
100% (A ₃)	3,91 ^{ef}	3,49 ^f	4,20 ^{cdef}	3,86
Rerata	5,14	4,40	4,80	

Keterangan: Rerata perlakuan yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan adanya beda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada jenjang nyata 5 %.

Dari Tabel 3 diperoleh bahwa kadar protein tertinggi sebesar 6.53 % bk yaitu pada brownies dengan substitusi tepung mocaf 0 %(tepung terigu) tanpa campuran tepung pisang(kontrol). Hal ini disebabkan tepung terigu mengandung protein yang cukup tinggi dibandingkan dengan protein dalam tepung mocaf maupun tepung pisang . Menurut Utami(1991), kadar protein terigu 8 – 13 % bk. Menurut Misgiarta(2009), kadar protein tepung mocaf maksimal 1,0 % bk. Sedangkan kadar protein tepung pisang 4,4 % bk (Suyanti Sutuhu dan Ahmad Supriyadi, 1995). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian dari Susilo Santoso, Widowati, dan Budiwati (2002) yang menyebutkan bahwa tingginya protein pada tepung mempengaruhi jumlah gluten selain itu gluten hanya terdapat pada tepung terigu.

Kadar lemak

Data hasil penentuan kadar lemak brownies yang dihasilkan disusun dalam Tabel 4.

Tabel 4. Rerata hasil uji jarak berganda Duncan kadar lemak brownies(% bk)

Substitusi tepung mocaf (A)	Penambahan tepung pisang (B)			Rerata
	0% (B ₁)	0% (B ₂)	0% (B ₃)	
0% (A ₁)	21,28	16,77	31,32	23,12 a
50% (A ₂)	38,57	15,62	14,23	22,80 a
100% (A ₃)	33,41	14,13	16,1	21,21 b
Rerata	31,08 p	15,50 r	20,55 q	

Keterangan: Rerata perlakuan yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan adanya beda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada jenjang nyata 5 %.

Dari Tabel 4 diperoleh kadar lemak tertinggi pada perlakuan substitusi tepung mocaf 0 % yaitu 23,12 % bk. Semakin banyak substitusi tepung mocaf (sampai 100 %) maka kadar lemaknya makin menurun. Hal ini disebabkan kandungan serat pada brownies dengan menggunakan tepung mocaf 100 % paling tinggi yaitu 3,15 %, sesuai dengan hasil analisis kadar serat (Tabel 5) serat dapat menyerap lemak sehingga kadar lemak menurun. Menurut Winarno (2002) serat dapat menyerap asam empedu, kolesterol dan lemak.

Penambahan tepung pisang diperoleh Kadar lemak tertinggi pada perlakuan tanpa penambahan tepung pisang. Hal ini disebabkan kandungan serat pada brownies dengan penambahan tepung pisang 30% paling tinggi yaitu 2,59 %, sesuai dengan hasil analisis kadar serat (Tabel 5) serat dapat menyerap lemak sehingga kadar lemak menurun. Menurut Winarno (2002) serat dapat menyerap asam empedu, kolesterol dan lemak.

Kadar serat

Data hasil penentuan kadar serat brownies yang dihasilkan disusun dalam Tabel 5.

Tabel 5. Rerata analisis kadar serat brownies (% bk)

Substitusi tepung mocaf (A)	Penambahan tepung pisang (B)			Rerata
	0% (B ₁)	15% (B ₂)	30% (B ₃)	
0% (A ₁)	1,61	1,77	1,96	1,78 b
50% (A ₂)	1,70	1,91	2,07	1,89 b
100% (A ₃)	2,56	3,16	3,74	3,15 a
Rerata	1,95 r	2,28 q	2,59 p	

Keterangan: Rerata perlakuan yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan adanya beda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada jenjang nyata 5 %.

Dari Tabel 5 diperoleh bahwa kadar serat tertinggi diperoleh dari brownies dengan bahan tepung mocaf 100% yaitu sebesar 3,15% bk. Hal ini disebabkan kandungan serat tepung mocaf lebih tinggi, sehingga semakin tinggi substitusi tepung mocaf kadar seratnya makin tinggi. Menurut Misgiarta (2009) tepung mocaf mengandung kadar serat sebesar 1,9–3,4, sedangkan menurut Mazt(1972), kandungan serat tepung terigu sebesar 1,5–2,0%.

Kadar serat tertinggi diperoleh pada perlakuan penambahan tepung pisang 30 % yaitu 2,59 %bk, makin tinggi penambahan tepung pisang kandungan serat semakin tinggi. Hal ini disebabkan tepung pisang mempunyai kandungan serat yang tinggi. Menurut Suyanti

Sutuhu dan Ahmad Supriyadi(1995), kandungan serat tepung pisang sebesar 2%. Sehingga semakin besar penambahan tepung pisang maka kadar serat brownies semakin besar pula. Serat pangan total terdiri dari dua komponen yaitu serat pangan larut dan serat pangan tidak larut, serat pangan banyak terkandung dalam bahan pangan nabati seperti buah, sayur dan umbi-umbian (Muchtadi, 2001).

Pengembangan volume

Data hasil penentuan pengembangan volume brownies yang dihasilkan disusun dalam Tabel 6.

Tabel 6. Rerata analisis pengembangan volume (%)

Substitusi tepung mocaf (A)	Penambahan tepung pisang (B)			Rerata
	0% (B ₁)	15% (B ₂)	30% (B ₃)	
0% (A ₁)	47,86 ^a	39,46 ^b	31,16 ^c	39,49
50% (A ₂)	26,73 ^d	22,22 ^f	18,81 ^h	22,58
100% (A ₃)	25,52 ^{de}	21,07 ^g	17,44 ⁱ	21,34
Rerata	33,37	27,58	22,47	

Keterangan: Rerata perlakuan yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan adanya beda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada jenjang nyata 5 %.

Dari Tabel 6. Dapat dilihat bahwa pengembangan tertinggi diperoleh dari perlakuan substitusi tepung mocaf 0 % yaitu 47,86 %, sedangkan pengembangan terendah pada perlakuan substitusi tepung mocaf 100 % sebesar 17,44 %. Hal ini disebabkan kandungan gluten yang hanya terdapat pada tepung terigu. Gluten yang hanya terdapat pada tepung terigu mampu memberikan sifat pengembangan pada adonan dan porositas yang tinggi pada brownies. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian dari Susilo Santoso, Widowati, dan Budiwati (2002) yang menyebutkan bahwa tingginya protein pada tepung mempengaruhi jumlah gluten selain itu gluten hanya terdapat pada tepung terigu.

Tekstur

Data hasil penentuan tekstur brownies yang dihasilkan disusun dalam Tabel 7.

Tabel 7. Rerata analisis tekstur brownies (mm)

Substitusi tepung mocaf (A)	Penambahan Tp. pisang (B)			Rerata
	0% (B ₁)	15% (B ₂)	30% (B ₃)	
0% (A ₁)	3,53	3,16	3,06	3,25 ^a
50% (A ₂)	3,03	3,00	2,96	2,99 ^a
100% (A ₃)	2,86	2,86	2,83	2,85 ^a
Rerata	3,14 ^p	3,00 ^q	2,95 ^q	

Keterangan: Rerata perlakuan yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan adanya beda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada jenjang nyata 5 %.

Dari Tabel 7 dapat dilihat bahwa substitusi tepung mocaf tidak berpengaruh terhadap tekstur brownies, namun brownies yang dibuat dengan tepung terigu 100 % memiliki tekstur yang lebih lunak meskipun tidak berbeda nyata. Hal itu disebabkan adanya kandungan gluten pada tepung terigu yang ikut mempengaruhi pengembangan adonan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian dari Susilo Santoso, Widowati, dan Budiwati (2002) yang menyebutkan bahwa tingginya protein pada tepung mempengaruhi jumlah gluten selain itu gluten hanya terdapat pada tepung terigu.

Pada Tabel 7, terlihat bahwa semakin tinggi penambahan tepung pisang pada brownies menyebabkan teksturnya semakin keras. Hal ini disebabkan karena penambahan tepung pisang akan menambah berat adonan sehingga jumlah gluten secara keseluruhan semakin rendah sehingga akan berpengaruh terhadap tekstur.

Uji Kesukaan organoleptik brownies

Hasil uji kesukaan organoleptik brownies secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Data rerata hasil uji organoleptik brownies

Skor Kesukaan					
Substitusi Tepung mocaf :	warna	Aroma	tekstur	rasa	Rerata keseluruhan
0 %	5,54 ^a	5,62 ^b	5,79 ^a	5,90 ^a	5,71
50 %	5,49 ^a	5,39 ^c	5,75 ^a	5,49 ^c	5,53
100 %	5,73 ^a	5,81 ^a	5,57 ^a	5,74 ^b	5,71
Penambahan tepung pisang :					
0 %	5,73 ^p	5,73 ^p	5,84 ^p	5,76 ^p	5,76
15 %	5,44 ^p	5,48 ^p	5,48 ^p	5,68 ^p	5,52
30 %	5,59 ^p	5,61 ^p	5,78 ^p	5,69 ^p	5,66

Keterangan: Rerata perlakuan yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan adanya beda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada jenjang nyata 5 %.

Dari Tabel 8 diperoleh bahwa skor kesukaan warna tertinggi diperoleh pada perlakuan brownies tepung mocaf tanpa campuran tepung terigu sebesar 6(suka). Penggunaan substitusi tepung tidak berpengaruh terhadap uji kesukaan warna. Hal ini disebabkan warna cokelat terhadap semua brownies yang dihasilkan didominasi oleh cokelat yang digunakan, selain itu disebabkan oleh adanya reaksi maillard selama proses pemanggangan berlangsung, menurut Winarno (2002), reaksi maillard merupakan reaksi non enzimatis yang dapat menyebabkan timbulnya warna cokelat pada produk hasil pemanggangan seperti kue atau cake. Uji kesukaan warna tertinggi diperoleh pada perlakuan brownies dengan penambahan tepung pisang sebesar 30 % yaitu 6(suka). Penambahan tepung pisang tidak berpengaruh terhadap tingkat kesukaan warna. Hal ini disebabkan warna cokelat terhadap semua brownies yang dihasilkan didominasi oleh cokelat yang digunakan.

Dari Tabel 8 diperoleh bahwa uji aroma tertinggi terdapat pada perlakuan brownies tepung mocaf tanpa campuran tepung terigu yaitu 6 (suka). Hal ini disebabkan oleh aroma

yang ditimbulkan pada tepung mocaf saat difermentasi menurut Misgiarta (2009), hidrolisis granula pati menghasilkan monosakarida sebagai bahan baku penghasil asam-asam organik, saat bahan diolah dapat menghasilkan aroma asam dan manis. Dari Tabel 8 diperoleh bahwa uji aroma pada perlakuan penambahan tepung pisang menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan tepung pisang ternyata tidak menimbulkan adanya perbedaan uji aroma. Hal ini disebabkan pisang kepok putih menghasilkan tepung pisang yang mempunyai warna yang lebih putih dibanding dengan yang dibuat dari pisang jenis lain, namun kelemahannya adalah aroma pisangnya kurang kuat (Fajar Kurniawan, 2009).

Dari Tabel 8 diperoleh bahwa uji kesukaan tekstur tertinggi sebesar 6(suka) yaitu pada perlakuan tepung terigu tanpa campuran tepung mocaf. Penggunaan tepung komposit tidak berpengaruh terhadap uji kesukaan tekstur brownies. Hal ini disebabkan brownies merupakan kue berkarakteristik padat (bantat) sehingga tidak mempengaruhi terhadap komposit tepung serta penambahan tepung pisang yang dihasilkan. Menurut Indriani (2006), sebutan brownies terinspirasi dari warna yang kecoklatan dan berkarakteristik padat, di Indonesia brownies mulai populer sekitar tahun 1998.

Dari Tabel 8 diperoleh bahwa uji kesukaan tekstur tertinggi sebesar 6(suka), penambahan tepung pisang tidak berpengaruh terhadap uji kesukaan tekstur brownies. Hal ini disebabkan brownies merupakan kue berkarakteristik padat (bantat) sehingga tidak mempengaruhi terhadap komposit tepung serta penambahan tepung pisang yang dihasilkan. Menurut Indriani (2006), sebutan brownies terinspirasi dari warna yang kecoklatan dan berkarakteristik padat, di Indonesia brownies mulai populer sekitar tahun 1998. Dari Tabel 8 diperoleh bahwa perlakuan substitusi tepung mocaf dan penambahan tepung pisang tidak berpengaruh terhadap uji kesukaan rasa brownies. Uji rasa rata-rata yaitu 6 (suka). Hal ini disebabkan rasa coklat terhadap semua brownies yang dihasilkan didominasi oleh coklat yang digunakan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Substitusi tepung mocaf berpengaruh terhadap kadar air, abu, protein, lemak , serat , pengembangan volume serta kesukaan aroma dan rasa brownies, namun tidak berpengaruh terhadap tekstur kesukaan warna dan tekstur, sedangkan penambahan tepung pisang berpengaruh terhadap kadar air, abu, protein, lemak, serat, pengembangan volume, tekstur pada brownies namun tidak berpengaruh terhadap kesukaan warna, aroma, tekstur dan rasa.
2. Dari hasil uji organoleptik keseluruhan brownies yang dibuat dengan tepung mocaf mempunyai nilai kesukaan yang sama dengan brownies yang dibuat dengan tepung terigu. Sedangkan brownies yang dibuat dengan penambahan tepung pisang 30 % lebih disukai oleh panelis.

DAFTAR PUSTAKA

- Fajar kurniawan. 2009. Pembuatan tepung pisang. <http://topagriculture.blogspot.com/2009/05/pembuatan-tepung-pisang.html>. Diakses 09 April 2010
- Hardiman, 1982. Pembuatan dan Penilaian Tepung Pisang dari Berbagai Jenis Pisang. [Http://proseanet.org](http://proseanet.org). Diakses 09 April 2010
- Indriani, 2006. Cheese and Fruits Brownies. Penerbit Gramedia DAFTAR PUSTAKA Utama, Jakarta
- Mazt, S.A., 1972. Bakery Teknologi and Engineering. The Avi Publishing Co. Inc. Westport Connecticut.
- Misgiarta, 2009. Balai Besar Pascapanen Departemen Pertanian RI. <http://bangkittani.com/alternatif-pengganti-terigu>. Diakses 02 Juni 2010.
- Muchtadi, D., 2001. Sayuran Sebagai Sumber Serat Pangan Untuk Mencegah Timbulnya Penyakit Degeneratif. Jurnal teknologi dan Industri Pangan, Vol. XII, No. 1 Th.2001. Teknologi Pangan dan Gizi, Fateta, IPB.
- Nurapriani, R. 2010. Optimasi Formulasi Brownies Panggang Tepung Komposit Berbasis Talas, Kacang Hijau, dan Pisang. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Salim, E. 2011. Mengolah Singkong Menjadi Tepung Mocaf. Lili publisher. Yogyakarta
- Suyanti Satuhu dan Akhmad Suryadi, 1995. Pisang Budidaya Pengolahan dan Prospek Pasar. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Widowati (2001). Teknologi Pengolahan Pangan: Pembuatan Tepung Pisang. <http://topagriculture.blogspot.com/teknologi-tepung-pisang>, diakses 02 Juni 2010
- Winarno, F.G., 2002. Kimia Pangan dan Gizi. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.

T1-TI 02

MARGARIN YANG DIPERKAYA DENGAN SARI UBI JALAR SEBAGAI SUMBER PREBIOTIK

Enrichment Margarine with Sweet Potatoes Extract as a Source of Prebiotic

Suniti Achadiyah^{a*}, Ngatirah^a dan Ellen CT.^b

^aJurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Stiper

^bAlumnus Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fateta, Instiper Yogyakarta

thp_instiper_jogja@yahoo.co.id

ABSTRACT

This research was conducted to study the influence of a variety of sweet potatoes and the sweet potatoes extract to the physical, chemical and organoleptic properties of sweet potatoes extract margarine produced. The randomized complete block design (RCBD) used as experimental design with two factors. The first were varieties of sweet potatoes consisted of four level namely A₁ (orange), A₂ (white), A₃ (yellow) and A₄ (purple). While the second factor were the varieties of sweet potatoes extract consisted of two level namely B₁ (1:1) and B₂ (1:2). Margarine extract of sweet potatoes produced be evaluated melting point, moisture, fat content, free fatty acids and organoleptic test among others of aroma, taste, color, texture, spreadability, and melting ability in the mouth. Variation of sweet potatoes did not affect the melting point, moisture, fat content, free fatty acids, aroma, taste, color, texture, spreadability, and melting ability in the mouth. The extract of sweet potatoes affect significantly to the moisture, color and spreadability, but it did not affect to fat content, melting point, free fatty acids, aroma, taste, texture, and melting ability in the mouth. Based on the organoleptic test, margarine with variation of purple sweet potatoes have a highest organoleptic score that is 4,38 (netral) having the melting point 39°C, moisture 11,07 %, fat content 69,73 % and free fatty acid content 0,16%. While the margarine with varieties of sweet potatoes extract 1:2 have a highest organoleptic score that is 4,26 (netral) with a melting point 39°C, moisture 11,76%, fat content 69,63% and free fatty acid content of 0.16%.

Key word : margarine, variation of sweet potatoes, variation of sweet potatoes extract

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi jenis ubi jalar dan jenis sari ubi jalar terhadap sifat fisik, sifat kimia dan organoleptik margarin sari ubi jalar yang dihasilkan. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Blok Lengkap (RBL) dengan dua faktor. Faktor pertama adalah variasi jenis ubi jalar yang terdiri dari empat taraf yaitu A₁ (orange), A₂ (putih), A₃ (kuning), dan A₄ (ungu). Sedangkan faktor kedua adalah jenis sari ubi jalar yang terdiri dari dua taraf yaitu B₁ (1:1) dan B₂ (1:2). Margarin sari ubi jalar yang dihasilkan dievaluasi titik cair, kadar air, kadar lemak dan asam lemak bebas serta uji organoleptik aroma, warna, rasa, daya oles, dan daya leleh dimulut. Variasi jenis ubi jalar tidak berpengaruh terhadap titik leleh, kadar air, kadar lemak, kadar asam lemak bebas, warna, aroma, rasa, tekstur, daya oles, dan daya leleh dimulut. Jenis sari ubi jalar berpengaruh nyata terhadap kadar air, warna dan daya oles, namun tidak berpengaruh terhadap titik leleh, kadar lemak, dan kadar asam lemak bebas, aroma, rasa, tekstur, dan daya leleh dimulut. Ada interaksi antara jenis ubi jalar dan variasi jenis sari ubi jalar terhadap warna margarin sari ubi jalar yang dihasilkan. Berdasarkan uji kesukaan, margarin jenis ubi jalar ungu merupakan margarin yang mempunyai skor kesukaan tertinggi yaitu 4,38 (netral), memiliki titik leleh 39°C, kadar air 11,07%, kadar lemak 69,73%, dan kandungan asam lemak bebas sebesar 0,16%. Sedangkan margarin dengan jenis sari ubi jalar

1:2 (ubi jalar 1kg dan air sebanyak 2L) merupakan margarin yang mempunyai skor kesukaan tertinggi yaitu 4,26 (netral) memiliki titik leleh 39°C, kadar air 11,76%, kadar lemak 69,63%, dan kandungan asam lemak bebas sebesar 0,16%.

Kata kunci : margarin, variasi jenis ubi jalar, jenis sari ubi jalar.

PENDAHULUAN

Komoditas kelapa sawit merupakan salah satu komoditas perkebunan yang peranannya sangat penting dalam penerimaan devisa negara, penyerapan tenaga kerja serta perkembangan perekonomian rakyat dan daerah. Perkebunan kelapa sawit Indonesia berkembang dengan pesat sejak awal tahun 80-an dan sampai akhir tahun 2000 luas total perkebunan kelapa sawit di Indonesia telah mencapai 3,2 juta ha dengan produksi *crude palm oil* (CPO) sebesar 6,5 juta ton. Perkembangan perkebunan sawit ini masih terus berlanjut dan diperkirakan pada tahun 2012 Indonesia akan menjadi produsen CPO terbesar di dunia dengan total produksi sebesar 15 juta ton/tahun. Kondisi yang demikian perlu diimbangi dengan pengembangan produk turunan kelapa sawit yang memiliki nilai kompetitif yang cukup tinggi (Tri Hayati, dkk, 2003)

Salah satu produk turunan dari minyak sawit adalah margarin. Penggunaan margarin yang cukup luas menyebabkan margarin diminati oleh masyarakat. Dipasaran sendiri margarin terdiri atas 3 tipe yakni margarin meja (*table margarines*), margarin industri (*industrial/bakery margarines*), dan *puff pastry margarines*. Namun sayangnya, dibalik tingginya permintaan konsumen akan margarin terdapat isu miring yang menyebutkan bahwa margarin mengandung lemak *trans* yang dapat menyebabkan penyumbatan pembuluh darah (arterosklerosis) yang beresiko memicu penyakit jantung koroner.

Selain itu image “lemak” pada margarin menyebabkan sebagian orang enggan menggunakannya. Melihat permasalahan diatas, maka perlu dikembangkan produk margarin yang lebih menyehatkan diantaranya dengan adanya penambahan prebiotik dan antioksidan alami.

Prebiotik sendiri didefinisikan sebagai bahan pangan yang tidak dapat dicerna yang dapat memberikan efek yang menguntungkan karena dapat menstimulasi pertumbuhan aktivitas bakteri kolon sehingga dapat meningkatkan kesehatan inang. Prebiotik dalam usus, terutama dalam usus besar yang difermentasikan oleh bakteri probiotik akan menghasilkan *Short Chain Fatty Acid* (SCFA) dalam bentuk asetat, propionate, butirat, L-laktat, karbondioksida dan hydrogen. SCFA tersebut oleh tubuh dapat dipakai sebagai sumber energi, dan memberikan efek stimulasi selektif terhadap pertumbuhan bakteri probiotik terutama *Bifidobacteria* dan *Lactobacillus* yang akan memberikan efek menguntungkan bagi kesehatan, antara lain memperbaiki metabolisme lipida dan mengurangi kadar kolesterol dalam darah serta memperbaiki pencernaan (Fuller, 1991).

Salah satu tanaman yang mengandung prebiotik adalah ubi jalar. Ubi jalar mengandung prebiotik jenis oligosakarida yaitu rafinosa. Kandungan oligosakarida pada ubi jalar bergantung pada varietasnya. Berdasarkan penelitian Adijuwana (2005), kandungan

rafinosa pada ubi jalar putih varietas Sukeh lebih tinggi dibandingkan dengan ubi jalar putih varietas Jago dan ubi jalar merah, masing-masing sebesar 2,97%, 2,27% dan 1,26%.

Selain mengandung prebiotik, keunggulan lain ubi jalar adalah mengandung β -karoten. Telah lama diketahui bahwa β -karoten merupakan antioksidan yang paling efektif dan berfungsi untuk mencegah beberapa jenis kanker seperti kanker mulut, tenggorokan, paru-paru, kolon dan lambung. Disamping itu, β -karoten memiliki sifat arterosklerotik dengan mereduksi plak aterosklerotik pada pembuluh darah arteri (Tri Hayati, dkk, 2003).

Jumlah β -karoten pada ubi jalar berbeda-beda tergantung pada varietasnya. Hal ini menyebabkan warna umbinya pun beragam. Hasim dan Yusuf (2008) menyebutkan bahwa ubi jalar putih mengandung 260 mg (869 SI) β -karoten per 100 g bahan, sedangkan ubi jalar kuning mengandung 2900 mg (9675 SI) β -karoten, dan ubi jalar ungu atau merah jingga sebesar 9900 mg (32967 SI). Disamping β -karoten, Suprpta (2003) menyebutkan bahwa ubi jalar ungu mengandung antosianin yang kadarnya dapat mencapai 110,51 mg per 100 g bahan sedangkan pada ubi jalar orange mengandung senyawa lutein dan zeaxanthin yang merupakan pasangan antioksidan karotenoid.

Warna umbi yang beragam apabila dilakukan ekstraksi maka akan menghasilkan sari ubi jalar dengan warna yang beragam pula. Apabila sari ubi jalar ini diaplikasikan untuk memperkaya margarin, maka perbedaan tersebut dapat berpengaruh terhadap aroma, warna rasa, daya oles, daya leleh dimulut dan tekstur serta sifat kimia margarin yang dihasilkan.

Cara ekstraksi (perbandingan air dengan ubi jalar) ubi jalar akan mempengaruhi komposisi yang terkandung di dalam sari ubi jalar. Apabila sari ubi jalar ini diaplikasikan pada margarin, maka akan mempengaruhi sifat fisik, kimia maupun organoleptik margarin yang dihasilkan seperti aroma, rasa, daya oles, tekstur dan daya leleh dimulut.

Berdasarkan permasalahan diatas, maka perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh jenis ubi jalar dan jenis sari ubi jalar terhadap kualitas fisik maupun kimia serta kesukaan organoleptik margarin yang diperkaya sari ubi jalar sebagai sumber prebiotik.

Penelitian ini bertujuan untuk Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh variasi jenis ubi jalar dan jenis sari ubi jalar sehingga dihasilkan margarin sari ubi jalar yang disukai panelis.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ubi jalar merah, ubi jalar putih, ubi jalar kuning, ubi jalar ungu RBDPO, RBDPKO, stearin, propilen glikol, lesitin, BHT, garam, dan dextrose, saringan tahu. Bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah hexane, alcohol netral, phenolptalein, glukosa anhidrat, nelson, arsenomolibdat, aquadest, kertas indikator pH, HCl 25%, NaOH 45%, kertas saring whatman No. 2 dan kertas saring.

Alat

Alat yang digunakan untuk pembuatan margarine sari ubi jalar adalah timbangan analit, kompor listrik, blender, gelas beaker, gelas piala, refrigerator bath, baskom dan spatula. Sedangkan alat yang digunakan untuk pengujian adalah eksikator, oven, alat distilat soxhlet, tabung reaksi labu takar, cawan proselen, gelas beaker, corong, erlenmeyer, botol timbang, buret dan statif, gelas ukur, pipet tetes, thermometer, dan hot plate

Metode Penelitian

Rancangan percobaan :

Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Blok Lengkap Teracak (RBL), atau Randomized Complete Block Design (RCBD) yang terdiri dari dua faktor perlakuan (Gomez dan Gomez, 1984), yang disusun secara faktorial dengan dua faktor, yaitu :

Faktor pertama adalah Variasi jenis ubi jalar yang terdiri atas 4 taraf, yaitu :

- A1 = Ubi jalar Merah
- A2 = Ubi jalar Putih
- A3 = Ubi jalar kuning
- A4 = Ubi jalar Ungu

Faktor kedua adalah jenis sari ubi jalar (perbandingan ubi jalar dengan air) yang terdiri dari 2 taraf, yaitu :

- B1 = 1:1 (ubi jalar 1kg : air 1L)
- B2 = 1:2 (ubi jalar 1kg : air 2L)

Percobaan mengkombinasikan faktor A dan B sehingga diperoleh $4 \times 2 = 8$ kombinasi perlakuan masing-masing perlakuan diulang 2 kali yang dinyatakan sebagai blok sehingga diperoleh $4 \times 2 \times 2 = 16$ satuan eksperimental sebagaimana tercantum pada Tabel 22 sehingga akan diperoleh data yang seragam.

Untuk mengetahui beda antar perlakuan dilakukan uji keragaman (ANOVA). Jika beda nyata dilakukan uji jarak berganda duncan (Gomez dan Gomez, 1984).

Prosedur Pelaksanaan

1. Pembuatan sari ubi jalar (Mengacu pada Nur Hidayat, 2006)

Mengacu pada tata letak dan urutan eksperimentasi (TLUE) urutan yang pertama kali dilakukan adalah A_3B_1 dilakukan sebagai berikut: ubi jalar kuning (A_3) sebanyak 1 kg dikupas kemudian dicuci. Selanjutnya ubi jalar dipotong-potong dan dilakukan blansing dengan air hangat dengan cara dikukus hingga ubi jalar lunak. Setelah itu, biarkan dingin dan kemudian masukkan ke dalam blender dengan ditambahkan air sebanyak 1 liter ($B_1=1:1$). Setelah bahan tersebut halus kemudian dilakukan penyaringan dengan menggunakan penyaring tahu untuk kemudiandipanaskan pada suhu sekitar 70°C selama 15 menit. Selama tahap ini berlangsung, larutan ubi jalar hendaknya diaduk untuk menghindari adanya pati yang mengendap dan menjadi lengket pada beaker glass. Setelah pemanasan selesai, angkat dan endapkan larutan ubi jalar tersebut selama 8 jam guna memisahkan pati yang terikut didalam sari.

Setelah pengendapan ini maka akan terjadi pemisahan dimana sari ubi jalar berada diatas sedangkan pati akan mengendap. Sari ubi jalar yang diperoleh ini adalah bagian yang mengandung prebiotik yang selanjutnya akan digunakan untuk pembuatan margarin. Sebelum digunakan untuk pembuatan margarin, sari ubi jalar ini dilakukan analisa kadar pati, kadar gula reduksi, kadar total padatan dan padatan terlarut.

Perlakuan kedua, ketiga dan seterusnya dilakukan dengan cara yang sama seperti diatas sesuai dengan TLUE. Setelah blok I selesai maka dilanjutkan dengan blok II dengan cara yang sama seperti diatas sesuai dengan TLUE yang tertera pada Tabel 22.

2. Pembuatan Margarin Prebiotik (Schwitzer, 1955 yang dimodifikasi)

Untuk pembuatan margarin sari ubi jalar, dilakukan pencampuran antara bahan yang larut dalam fase air dan bahan yang larut dalam fase padat. Berdasarkan TLUE perlakuan yang pertama kali dilakukan adalah A_3B_1 (A_3 = ubi jalar kuning dan B_1 = ekstrak ubi jalar 1:1) sebanyak 55,2225 g (7,796%), yang dicampur dengan dextrose sebanyak 0,29 g (0,082%), dan 7,5575 g (2,4023%) garam untuk kemudian dilakukan homogenisasi dengan suhu 33°C selama 15 menit. Tujuan dilakukannya pemanasan sekaligus homogenisasi ini adalah agar dextrose dan garam dapat larut merata pada sari ubi jalar. Sedangkan fase yang larut dalam minyak seperti RBDPO sebanyak 212,5 g (85%), RBDPKO sebanyak 25 g (10%), stearin 12,5 g (5%), propilen glikol 1,1275 g (0,32%), lesitin 0,125 g (0,035%) dan BHT 0,025 g (0,0071%), dihomogenisasi selama 15 menit dengan suhu 76°C. Tujuannya adalah agar komponen lemak tersebut dapat meleleh secara sempurna.

Tahap selanjutnya adalah mencampur bahan yang larut dalam fase air dan minyak. Suhu pada saat pencampuran harus selalu dijaga yakni berkisar 50-60°C. Sebab, suhu yang terlalu tinggi akan beresiko terjadinya oksidasi sedangkan suhu yang terlalu rendah akan menyebabkan emulsi yang terbentuk menjadi terlalu viskos. Selanjutnya campuran bahan tersebut didinginkan pada suhu 25°C dengan cara disekeliling wadah ditambahkan es yang bertujuan untuk menurunkan suhu pada kisaran 25°C agar terbentuk emulsi yang stabil. Tahap selanjutnya adalah kristalisasi pada suhu 17-22°C. Kristalisasi bertujuan agar bahan-bahan tersebut tercampur secara merata dan membentuk emulsi yang lebih stabil yang ditandai dengan bahan tersebut mulai memadat. Pada tahap ini, es tetap digunakan agar terbentuk kristal yang lebih homogen. Setelah kristal mulai terbentuk selanjutnya bahan tersebut dipindahkan kedalam wadah untuk kemudian di tempering pada suhu 5-7°C (di dalam refrigerator) selama 72 jam.

Margarin prebiotik yang telah diperoleh ini selanjutnya dilakukan analisis yang meliputi analisis fisik seperti titik leleh dan kestabilan emulsi, analisis sifat kimia meliputi kadar air, kadar lemak, kadar ALB kadar gula reduksi dan total padatan dan padatan terlarut serta uji kesukaan organoleptik yang meliputi aroma, warna, rasa, tekstur, daya leleh dimulut, dan daya oles.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Titik leleh

Titik leleh margarin merupakan salah satu sifat fisik margarin yang menunjukkan suhu disaat margarin akan berubah wujudnya dari fase padat menjadi fase cair. Lemak/minyak merupakan campuran dari gliserida dan komponen lainnya, sehingga tidak mempunyai titik leleh yang tepat, tetapi mencair di antara kisaran suhu tertentu. Menurut Weiss (1983), margarin yang disukai konsumen mempunyai titik cair/leleh yang tidak lebih dari 42°C (menyerupai titik leleh mentega) sehingga mudah larut dan tidak menimbulkan rasa ber"film" di mulut. Data titik leleh margarin dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rerata titik leleh margarin sari ubi jalar (°C)

Variasi Jenis Ubi Jalar (A)	Jenis Sari Ubi Jalar (B)		Rerata
	1:1	1:2	
A1 (Orange)	39	39	39
A2 (Putih)	39	39	39
A3 (Kuning)	39	39	39
A4 (Ungu)	39	39	39
Rerata	39	39	

Dari Tabel 1 terlihat bahwa pada masing-masing perlakuan titik leleh margarin sari ubi jalar yang dihasilkan memiliki rerata yang sama. Hal ini diduga karena jumlah lemak yang terkandung didalam ubi jalar baik itu ubi jalar orange, putih, kuning dan ungu sangat kecil. Selain itu, yang ditambahkan berupa sari ubi jalarnya sehingga diduga kandungan lemak pada masing-masing jenis ubi jalar dan jenis sari ubi jalar hampir tidak ada dikarenakan pada proses ekstraksinya tidak menggunakan pelarut organik melainkan hanya menggunakan air. Sedangkan untuk proses ekstraksi lemak diperlukan pelarut organik misalnya hexane, petroleum eter dan lain-lain. Akibatnya, tidak ada penambahan lemak maupun asam lemak pada margarin sari ubi jalar yang dihasilkan.

Menurut Departemen Kesehatan RI (1996) kandungan lemak pada ubi jalar berkisar antara 0,4-0,94%. Faktor-faktor yang mempengaruhi titik leleh margarin menurut Deman (1997) antara lain oleh titik lebur asam lemak yang dikandungnya, panjang rantai dan ketidakjenuhan asam lemak serta konfigurasi cis dan trans. Titik leleh asam lemak akan semakin naik dengan meningkatnya jumlah atom karbon yang terikat. Semakin banyak jumlah ikatan tidak jenuh maka titik leleh akan semakin rendah.

Jika dilihat dari titik leleh margarin sari ubi jalar yang dihasilkan yakni 39°C maka dimungkinkan kandungan trigliserida pada margarine yang berasal dari 3 jenis lemak yakni RBDPO (85%), RBDPKO (10%) dan RBD stearin (5%) maka komponen terbesarnya adalah stearat, palmitat dan oleat.

Syarat mutu margarin yang diijinkan beredar di Indonesia tidak menyebutkan standar titik leleh margarin. Artinya bahwa titik leleh margarin masing-masing produk margarin boleh berbeda-beda sesuai tingkat penerimaannya. Namun, menurut Weiss (1983), margarin yang disukai oleh konsumen mempunyai titik cair / leleh yang tidak lebih dari 42°C sehingga mudah larut dan tidak menimbulkan rasa ber"film" dimulut. Margarin sari ubi jalar dalam penelitian memiliki titik leleh 39°C sehingga dapat dinyatakan memenuhi standar mutu margarin.

Kadar air

Data kadar air margarin sari ubi jalar yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3. Rerata kadar air margarin sari ubi jalar (%)

Variasi Jenis Ubi Jalar (A)	Jenis Sari Ubi Jalar (B)		Rerata
	1:1	1:2	
A ₁ (orange)	11,15	11,99	11,57
A ₂ (Putih)	11,50	12	11,75
A ₃ (Kuning)	11,61	11,76	11,68
A ₄ (Ungu)	10,75	11,39	11,07
Rerata	11,25b	11,76a	

Keterangan : Rerata perlakuan yang diikuti dengan huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan ada beda nyata pada uji jarak berganda Duncan pada jenjang nyata 5%.

Berdasarkan Tabel3 dapat diketahui bahwa variasi jenis ubi jalar tidak berpengaruh terhadap kadar air margarin sari ubi jalar yang dihasilkan. Hal ini diduga karena kandungan air pada masing-masing jenis ubi jalar hampir sama sehingga menyebabkan tidak adanya penambahan air pada margarin sari ubi jalar yang dihasilkan. Kandungan air pada tiap jenis ubi jalar menurut departemen kesehatan RI (1996) yakni berkisar 68-70% .

Walaupun jenis ubi jalar tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air margarin sari ubi jalar yang dihasilkan, dari Tabel 3 terlihat bahwa kadar air tertinggi terdapat pada ubi jalar putih yakni sebesar 11,75%.Berdasarkan Tabel 3 terlihat bahwa penambahan jenis sari ubi jalar 1:2 (1= ubi jalar yang digunakan 1 kg, 2 = jumlah air yang ditambahkan sebanyak 2L) menghasilkan kadar air margarin sari ubi jalar yang lebih tinggi dibandingkan dengan perbandingan 1:1 (1= ubi jalar yang digunakan 1 kg, 1 = jumlah air yang ditambahkan sebanyak 1L). Hal ini diduga karena kandungan air pada jenis sari ubi jalar 1:2 lebih besar sehingga memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar air margarin sari ubi jalar yang dihasilkan.

Kadar air margarin sari ubi jalar juga dipengaruhi oleh kandungan padatan terlarut. Kandungan padatan terlarut didalam jenis sari ubi jalar 1:2 lebih sedikit yakni 0,05% dibandingkan 1:1 yakni 0,09%. Pada jenis sari ubi jalar 1:2 kemungkinan polisakarida yang terlarut lebih sedikit dikarenakan penambahan air yang lebih besar. Hal ini menyebabkan air yang diikat lebih sedikit. Akibatnya, kadar air pada margarin sari ubi jalar 1:2 lebih besar dibandingkan pada margarin sari ubi jalar 1:1 yakni sebesar 11,76%.

Menurut Taylor dan Francis (2005) polisakarida non pati dapat mengikat air didalam dan meningkatkan viskositas. Menurut SNI No. 01-3541-1994 kadar air yang dipersyaratkan dalam margarin adalah maksimal 18%. Syarat ini lebih tinggi dibandingkan CODEX STAN 32-1981 yang hanya mempersyaratkan maksimal 16%. Jika mengacu pada kedua standar ini, kadar lemak margarin sari ubi jalar yang dihasilkan memenuhi kriteria yang dipersyaratkan karena kadar air yang dihasilkan berkisar 11-12%.

Kadar Lemak

Data kadar lemak margarin sari ubi jalar yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rerata kadar lemak margarin sari ubi jalar (%)

Variasi Jenis Ubi Jalar (A)	Jenis Sari Ubi Jalar (B)		Rerata A
	1:1	1:2	
A ₁ (orange)	70,05	70,62	70,33
A ₂ (Putih)	70,24	69,66	69,95
A ₃ (Kuning)	69,14	68,68	68,91
A ₄ (Ungu)	69,88	69,58	69,73
Rerata B	69,83	69,63	

Berdasarkan Tabel 4 terlihat bahwa variasi jenis ubi jalar tidak berpengaruh nyata terhadap kadar lemak sari ubi jalar yang dihasilkan. Hal ini diduga karena pada masing-masing jenis ubi jalar mempunyai kadar lemak yang hampir sama. Penambahan lemak dalam jumlah yang hampir sama pada tiap jenis ubi jalar menyebabkan kadar lemak margarin sari ubi jalar tidak berubah secara signifikan. Hal ini mengakibatkan variasi jenis ubi jalar tidak berpengaruh nyata terhadap kadar lemak margarin sari ubi jalar yang dihasilkan. Jika dilihat pada Tabel 4, hasil rerata jenis ubi jalar menunjukkan rerata kadar lemak tertinggi terdapat pada jenis ubi jalar orange yakni sebesar 70,33%.

Menurut Departemen Kesehatan RI (1996) kandungan lemak dalam ubi jalar orange, putih, kuning dan ungu berturut-turut adalah 0,7%, 0,7%, 0,4% dan 0,94%. Berdasarkan Tabel 4 jenis sari ubi jalar juga tidak berpengaruh terhadap kadar lemak margarin sari ubi jalar yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan pada proses ekstraksi baik dengan penambahan air 1L (1:1) maupun 2L(1:2) lemak tidak ikut terlarut dalam sari ubi jalar sehingga tidak menyumbangkan penambahan lemak pada margarin. Dengan demikian, walaupun di dalam ubi jalar terdapat kandungan lemak tetapi karena proses ekstraksi sari ubi jalar menggunakan air maka dapat dikatakan kandungan lemak pada sari ubi jalar yang masuk ke margarin hampir tidak ada. Namun, jika dilihat dari hasil rerata kadar lemak yang dihasilkan, kadar lemak tertinggi terdapat pada jenis sari ubi jalar 1:1 yakni sebesar 69,83%.

Menurut ketaren (2005) fraksi lemak dalam bahan pangan biasanya dipisahkan dengan cara ekstraksi menggunakan pelarut seperti petroleum eter, kloroform, hexane, benzen dan lainnya. Menurut SNI No. 01-3541-1994 dan CODEX STAN 32-1981) kandungan lemak dalam margarin minimal 80%. Jika mengacu pada standar ini, kadar lemak margarin sari ubi jalar yang dihasilkan belum memenuhi kriteria yang dipersyaratkan karena kadar lemak yang dihasilkan hanya mendekati 70%. Hal ini diduga karena komponen yang terikut pada sari ubi jalar dapat mengganggu jumlah persentase lemak secara keseluruhan.

Kandungan asam lemak bebas

Data kandungan asam lemak bebas margarin sari ubi jalar yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rerata Kandungan Asam Lemak bebas (%)

Variasi Jenis Ubi Jalar (A)	Jenis Sari Ubi Jalar (B)		Rerata A
	1:1	1:2	
A ₁ (orange)	0,17	0,17	0,17
A ₂ (Putih)	0,195	0,175	0,19
A ₃ (Kuning)	0,17	0,15	0,16
A ₄ (Ungu)	0,175	0,15	0,16
Rerata B	0,18	0,16	

Dari Tabel 5 terlihat bahwa variasi jenis ubi jalar tidak berpengaruh nyata terhadap kadar asam lemak bebas yang dihasilkan. Hal ini diduga karena jumlah air yang ditambahkan pada formula margarin sama yaitu 7,796%. Selain itu, kandungan air yang terdapat pada ke empat jenis ubi jalar ini hampir sama yakni berkisar 68,5-70,46% sehingga tidak berpengaruh nyata terhadap kadar asam lemak bebas yang dihasilkan.

Berdasarkan Tabel 5 jenis sari ubi jalar juga tidak berpengaruh terhadap kadar asam lemak bebas margarin sari ubi jalar. Hal ini diduga karena pada sari ubi jalar, air berikatan dengan komponen lain seperti pati sehingga menyebabkan reaksi hidrolisis terhambat Akibatnya peningkatan asam lemak bebas pada margarin sari ubi jalar yang dihasilkan dapat dihambat. Dari Tabel 33, rerata asam lemak bebas tertinggi terdapat pada margarin sari ubi jalar dengan perlakuan 1:1.

Menurut kusnandar (2010) air adsorpsi merupakan air yang terikat pada permukaan atau pada lapisan-lapisan sekitar molekul hidrofilik seperti karbohidrat, pati, protein, yang terikat melalui ikatan hidrogen antar molekul. Pada proses hidrolisis setiap pemutusan ikatan memerlukan satu molekul air.

Menurut SNI No. 01-3541-1994 kadar asam lemak bebas yang dipersyaratkan dalam margarin maksimal 0,3%. Jika mengacu pada standar ini, kadar asam lemak bebas pada margarin sari ubi jalar yang dihasilkan memenuhi kriteria yang dipersyaratkan karena kadar asam lemak bebasnya berkisar kurang dari 0,2%.

Uji Organoleptik Margarin Sari Ubi Jalar

Hasil uji organoleptik margarin sari ubi jalar terhadap semua parameter dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Uji Organoleptik margarin sari ubi jalar.

Perlakuan	Uji Organoleptik						Rerata
	Warna	Rasa	Aroma	Tekstur	Daya oles	Daya leleh dimulut	
Variasi Jenis Ubi Jalar (A)							
A ₁ (orange)	3,94	3,74	4,63	4,54	4,51	4,38	4,28
A ₂ (Putih)	3,96	3,84	4,25	4,05	4,29	4,16	4,09
A ₃ (Kuning)	4	4,22	4,5	4,41	4,4	4,01	4,26
A ₄ (Ungu)	4,45	4,14	4,13	4,76	4,64	4,18	4,38

Jenis sari ubi jalar (B)							
B1 (1:1)	4,24	3,82	4,62	4,31	4,28	4,2	4,24
B2 (1:2)	3,94	4,15	4,13	4,58	4,64	4,16	4,27

Berdasarkan Tabel 6 diketahui bahwa variasi jenis ubi jalar tidak berpengaruh terhadap aroma margarin sari ubi jalar yang dihasilkan. Dari Tabel 36 terlihat bahwa jenis ubi jalar ungu mempunyai skor kesukaan aroma tertinggi yakni 4,45 (netral). Hal ini diduga walaupun jenisnya berbeda, namun ubi jalar memiliki aroma yang khas, sehingga apabila ditambahkan pada margarin menghasilkan aroma yang hampir sama. Berdasarkan Tabel 6 jenis sari ubi jalar juga tidak berpengaruh terhadap kesukaan aroma margarin yang dihasilkan. Jika dilihat pada Tabel 36 jenis sari ubi jalar 1:1 mempunyai skor kesukaan aroma tertinggi dibandingkan dengan 1:2 yakni dengan skor 4,24 (netral). Hal ini diduga karena komponen aroma masih terikut dalam sari ubi jalar sehingga menimbulkan aroma yang khas pada margarin sari ubi jalar yang dihasilkan.

Berdasarkan Tabel 6 terlihat bahwa variasi jenis ubi jalar tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kesukaan rasa margarin sari ubi jalar yang dihasilkan. Dari Tabel 39 jenis ubi jalar kuning mempunyai skor kesukaan rasa tertinggi yakni dengan skor 4,22 (netral). Hal ini diduga walaupun jenis ubi jalarnya berbeda, namun rasa margarin yang dihasilkan dengan penambahan tiap jenis ubi jalar hampir sama. Berdasarkan Tabel 6 terlihat bahwa jenis sari ubi jalar juga tidak berpengaruh nyata terhadap kesukaan rasa margarin sari ubi jalar yang dihasilkan. Dari tabel 39 terlihat bahwa jenis sari ubi jalar dengan perbandingan 1:2 mempunyai skor kesukaan yang lebih besar dibandingkan 1:1 yakni dengan skor 4,15 (netral). Hal ini diduga karena kandungan padatan terlarut pada masing-masing sari ubi jalar mempengaruhi rasa margarin yang dihasilkan. Akibatnya, rasa yang ditimbulkan dari tiap jenis sari ubi jalar pada margarin sari ubi jalar hampir sama, sehingga tidak memberikan pengaruh yang nyata pada skor kesukaan margarin sari ubi jalar yang dihasilkan.

Dari Tabel 6 terlihat bahwa margarin sari ubi jalar dengan kombinasi A4B1 yakni margarin dengan variasi jenis ubi jalar ungu dan jenis sari ubi jalar 1:1 mempunyai skor kesukaan tertinggi yakni 4,875 (mendekati suka). Hal ini dikarenakan warna yang ditimbulkan oleh jenis ubi jalar ungu dengan perbandingan sari ubi jalar 1:1 lebih mencolok dibandingkan dengan margarin sari ubi jalar kombinasi lainnya sehingga menghasilkan skor kesukaan tertinggi. Walaupun umumnya margarin yang beredar dipasaran adalah berwarna kuning cerah. Warna margarin yang mencolok ini merupakan salah satu daya tarik bagi panelis. Hal ini juga berlaku untuk margarin yang beredar dipasaran. Oleh sebab itu, warna margarin yang beredar dipasaran pun berwarna kuning cerah akibat adanya pewarna tambahan antara lain β -karoten (alami dari minyak sawit), kurkumin dan annato.

Dari Tabel 6 terlihat bahwa variasi jenis ubi jalar dan jenis sari ubi jalar tidak berpengaruh nyata terhadap kesukaan tekstur margarin yang dihasilkan. Hal ini diduga karena komponen yang terdapat pada tiap jenis ubi jalar seperti pati dan kandungan padatan terlarutnya hanya memberikan sedikit kontribusi pada pembentukan struktur margarin sari

ubi jalar yang dihasilkan. Dari tabel 6 terlihat bahwa skor kesukaan tekstur tertinggi terdapat pada ubi jalar ungu yakni dengan skor 4,76 (mendekati suka). Dari Tabel 6 terlihat bahwa jenis sari ubi jalar juga tidak berpengaruh terhadap uji kesukaan tekstur margarin sari ubi jalar. Hal ini diduga karena padatan terlarut pada tiap jenis sari ubi jalar hanya sedikit memberikan kontribusi pada tekstur margarin sari ubi jalar. Akibatnya, sari ubi jalar tidak berpengaruh pada tekstur margarin yang dihasilkan. Walaupun demikian skor kesukaan tekstur tertinggi terdapat pada sari ubi jalar 1:2 yakni dengan skor 4,58 (mendekati suka). Menurut Miskandar, dkk (2005) tekstur menunjukkan struktur margarin. Pada prinsipnya sangat bergantung pada teknik yang digunakan selama proses serta minyak dan lemak yang digunakan. Pengerasan pada margarin disebabkan karena kondisi proses dan penyimpanan yang tidak tepat. Melihat hal tersebut, diduga tekstur margarin salah satunya disebabkan karena penyimpanan dilakukan pada suhu dingin sehingga menyebabkan teksturnya menjadi lebih keras.

Dari Tabel 6 diketahui bahwa jenis ubi jalar berpengaruh nyata terhadap kesukaan daya oles. Hal ini diduga karena komponen seperti pati pada tiap jenis ubi jalar tidak memberikan kontribusi yang signifikan proses pembentukan kristal. Selain itu, faktor penyimpanan yang dalam kondisi dingin menyebabkan struktur margarin menjadi lebih keras dan padat. Namun dari Tabel 48 terlihat bahwa margarin sari ubi jalar dengan jenis ubi jalar ungu mempunyai skor kesukaan tertinggi yakni dengan skor 4,64 (mendekati suka). Jenis sari ubi jalar berpengaruh nyata terhadap daya oles margarin yang dihasilkan. Terlihat bahwa margarin sari ubi jalar dengan jenis sari ubi jalar 1:1 memiliki skor kesukaan daya oles tertinggi yakni 4,64 (mendekati suka). Hal ini diduga karena padatan terlarut pada 1:2 lebih sedikit dibandingkan 1:1 yakni berkisar 0,05% sehingga tidak banyak mengganggu terhadap pembentukan kristal. Menurut Miskandar, dkk (2005) daya oles merupakan sifat yang penting pada margarin meja. Daya oles berarti kemudahan mengoles margarin setipis mungkin pada roti. Hal-hal yang dibutuhkan agar margarin memiliki daya oles yang baik diantaranya adalah proporsi yang tepat antara fase padat dan cair, kristal lemak harus dapat tersebar merata, serta kristal yang terbentuk harus dapat meleleh dibawah suhu tubuh.

Berdasarkan Tabel 6 diketahui bahwa variasi jenis ubi jalar tidak berpengaruh nyata terhadap daya leleh dimulut yang disukai panelis. Hal ini dikarenakan kandungan lemak yang terdapat pada keempat jenis jalar tersebut hampir sama yakni 0,4-0,94% sehingga tidak berpengaruh nyata terhadap daya leleh dimulut terhadap margarin sari ubi jalar yang dihasilkan. Selain itu, daya leleh margarin yang dihasilkan dari masing-masing perlakuan jenis ubi jalar sama yakni 39°C. Berdasarkan tabel 51 terlihat bahwa margarin dengan jenis ubi jalar orange memiliki skor kesukaan tertinggi yakni dengan skor 4,38 (netral). Jenis sari ubi jalar juga tidak berpengaruh nyata terhadap daya leleh margarin sari ubi jalar yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan tidak adanya lemak yang terikut pada saat ekstraksi ubi jalar sehingga tidak menyebabkan adanya penambahan lemak maupun asam lemak pada margarin yang dihasilkan. Selain itu, dari data titik leleh margarin sari ubi jalar baik itu perlakuan 1:1 maupun 1:2 sama yakni 39°C. Margarin sari ubi jalar dengan perlakuan 1:2

memiliki skor kesukaan tertinggi yakni dengan skor 4,20 (netral). Menurut Weiss (1983) daya leleh margarin yang diinginkan oleh konsumen yaitu mudah leleh di mulut dan tidak menimbulkan rasa ber"film" yang juga erat kaitannya dengan titik leleh margarin. Karena titik leleh margarin yang dihasilkan sama yakni 39°C sehingga menghasilkan daya leleh dimulut dengan tingkat kesukaan yang hampir sama yakni 4 (netral).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Variasi jenis ubi jalar tidak berpengaruh terhadap titik leleh, kadar air, kadar lemak, kadar asam lemak bebas, aroma, rasa, warna, tekstur, daya oles, dan daya leleh dimulut.
2. Jenis sari ubi jalar berpengaruh nyata terhadap kadar air, warna, dan daya oles namun tidak berpengaruh terhadap titik leleh, kadar lemak, dan kadar asam lemak bebas, aroma, rasa, tekstur, dan daya leleh dimulut
3. Ada interaksi antara jenis ubi jalar dan jenis sari ubi jalar terhadap uji kesukaan warna margarin sari ubi jalar.
4. Berdasarkan uji kesukaan, margarin jenis ubi jalar ungu merupakan margarin yang mempunyai skor kesukaan tertinggi yaitu 4,38 (netral), memiliki titik leleh 39°C, kadar air 11,07%, kadar lemak 69,73%, dan kandungan asam lemak bebas sebesar 0,16%. Sedangkan margarin dengan jenis sari ubi jalar 1:2 (ubi jalar 1kg dan air sebanyak 2L) merupakan margarin mempunyai skor kesukaan tertinggi 4,26 (netral) memiliki titik leleh 39°C, kadar air 11,76%, kadar lemak 69,63%, dan kandungan asam lemak bebas sebesar 0,16%.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2006. *Sintesa Secara Enzimatis Prebiotik dan Oligosakarida*. food Review Vol I No 4, 2006. PT Media Pangan Indonesia, Bogor.
- Anonim, 2008. *Mie Basah dari Ubi Jalar Orange*. <http://repository.usu.ac.id>. Diakses pada tanggal 10 Oktober 2010
- Anonim, 2012. www.en.wikipedia.org/wiki/butyl_hidroxy_toluene. Diakses pada tanggal 10 Februari 2012.
- Anonim, 2012. www.en.wikipedia.org/wiki/dextrose. Diakses pada tanggal 10 Februari 2012.
- Anonim, 2012. www.en.wikipedia.org/wiki/garam. Diakses pada tanggal 10 Februari 2012.
- Anonim, 2012. www.en.wikipedia.org/wiki/propylene_glycol. Diakses pada tanggal 10 Februari 2012.
- AOCS Ca 5a-40, 1997. *Metode Analisa Asam Lemak Bebas (FFA)*, PT. Agro Jaya Perdana, Medan.
- Bender, A.E. 1978. *Food Processing and Nutrition*, Academic Press, London dalam http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/48206/F11bpc_Cover.pdf?sequence=3 Diakses pada tanggal 10 Oktober 2011.

- CODEX STAN 32-1981. *Codex Standard for Margarine*. FAO Corporate Document Respository dalam <http://www.fao.org/DOCREP/004/Y2774E/y2774e06.htm#bm6.1>. Diakses pada tanggal 8 Januari 2012.
- Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI, 1996. *Daftar Komposisi Bahan Makanan*. Bhratara, Jakarta
- Fuller, R., 1997. *Probiotics 2 : Application and Practical Aspect*. London : Chapman and Hall
- Gomez, K. A. and Gomez, A. A., 1984. *Statistical Prosedures for Agriculture for Agriculture Reseach*. John Wiley and Sons, New York.
- Hamm, Wolf and Richard J. Hamilton. 2000. *Edible Oil Processing*. Sheffield Academic Press Ltd, England.
- Jacob, B. Morris. *The Chemistry and Technology of Food and Food Product*.
- Jamriati, R., 2007. *Produk-produk Fermentasi Umbi-umbian*. <http://www.beritaipetek.com> Diakses pada tanggal 10 Oktober 2010
- Kartika, Bambang, Pudi Hastuti, dan Wahyu Supartono, 1988. *Pedoman Uji Inderawi Bahan Pangan*. Pusat Antar Universitas, Pangan dan Gizi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Ketaren, S., 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Kotecha, PM., and S.S.Kadam, 1998. *Sweet Potato, in Handbook of Vegetable Science and Technology* (Salunkhe, D.K., and S.S. Kadam eds). Marcel Dekker Inc. New York
- Kusnandar, Feri, 2010. *Kimia Pangan. Komponen Makro*. Dian Rakyat, Jakarta
- Macfarlane dan Cummings, 1999. *Biomedical Journal : "Probiotics and Prebiotics: can regulating the activities of intestinal bacteria benefit health?"* <http://www.bmj.com> Diakses pada tanggal 5 November 2011
- Mc.Clements, 1999 dalam http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/48206/F11bpc_Cover.pdf?sequence=3. Diakses pada tanggal 6 Desember 2011.
- Miskandar Mat Sahri, Yaakob Che Man, Mohd Suria Affandi Yusoff and Russly Abd.Rahman, 2005. *Quality of margarin : fats selection and processing parameters*. Asia Pac J Clin Nutr 2005; 14 (4) : 387-395 (<http://apjcn.nhri.org.tw/server/APJCN/Volume14/vol14.4/finished/Miscander.pdf>. Diakses tanggal 28 Januari 2011)
- Pomeranz, Y. 1991. *Functional Properties of Food Components*. Academic press, London dalam http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/48206/F11bpc_Cover.pdf?sequence=3. Diakses pada tanggal 6 Desember 2011
- Rangana, S. 1977. *Manual of Analysis of Fruit and Vegetable Products*. Tata Mc.Graw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi.
- Ristek, 2007. *Tanaman Ubi Jalar*. <http://www.ristek.co.id>. Di akses pada tanggal 11 Oktober 2010

- Schwitzer, M.K. dan M.I. Chem E., 1955. *Margarine And Other Food Fats*. Interscience Publisher INC, New York.
- Siew, et.al (1992:1993) dalam *Advance In Oil Palm Research Vol. II*. Malaysian Palm Oil Board Ministry Of Primary Industries, Malaysia.
- SNI No 01-3541-1994. *Margarin dalam kemasan kedap udara*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta dalam <http://www.bi.go.id/NR/rdonlyres/23E4C5BE-4923-4F53-B509-14DF39C54293/16171/Standarmutukelapasawit3.pdf>. Diakses pada tanggal 3 Januari 2011.
- Sudarmadji, S., Bambang Haryono dan Suhardi, 1996. *Analisa Bahan Makanan Dan Pertanian*. Liberty dan Pusat Antar Universitas Pangan Dan Gizi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Tang, et. Al (1995) dalam *Advance In Oil Palm Research Vol. II*. Malaysian Palm Oil Board Ministry Of Primary Industries, Malaysia.
- Tri Hayati, Donald Siahaan dan Jenny Elisabeth, 2003. *Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit Dan Turunannya*. Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Medan.
- Weiss T.J., 1983. *Food Oils and Their Uses*. Hun Wesson Foods, Inc. Fullerton, California.
- Widjanarko, Simon. 2008. *Ubi Jalar*. <http://simonwidjanarko.files.wordpress.com>. Diakses pada tanggal 11 oktober 2010
- Winarno F.G., 1997. *Kimia Pangan & Gizi*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Wisnu, Cahyadi, 2006. *Analisis dan Aspek Kesehatan Bahan Tambahan Pangan*. Bumi Aksara, Jakarta.
- Yusuf Basiron, Jalani B.S., and Chan K.W. 2000. *Advance In Oil Palm Research Vol. II*. Malaysian Palm Oil Board Ministry Of Primary Industries, Malaysia.

T1-TI 03

PENGARUH SUHU *FILLING* DAN *STEP HOLDING* PADA KRISTALISASI RBDPO TERHADAP KUALITAS *OLEIN* DAN *STEARIN* MINYAK SAWIT YANG DIHASILKAN

Influence of The Filling Temperature And Step Holding at The Crystallization of RBDPO On The Quality Of Olein and Stearin Palm Oil Products

Ida Bagus Banyuro Partha ¹⁾, Maria Ulfah ¹⁾, Rizky Bumi Prakoso²⁾,

¹⁾Staf Pengajar pada Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Stiper Yogyakarta

²⁾Mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, INSTIPER Yogyakarta

Email : idabagusbp@gmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh suhu filling dan step holding pada kristalisasi RBDPO terhadap kualitas olein dan stearin minyak sawit dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh suhu filling dan waktu tunggu (holding) kristalisasi RBDPO sebelum filtrasi terhadap kualitas olein dan stearin minyak sawit yang dihasilkan. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Sempurna (RAS) satu faktor dengan 2 perlakuan proses kristalisasi RBDPO dan dilakukan pengulangan 30 kali. Perlakuan pertama adalah suhu filling 45°C tanpa step holding, perlakuan kedua adalah suhu filling 55°C dengan step holding 30 menit. Parameter yang diamati meliputi Free fatty acid (FFA), Lovibond colour (LC), Iodine value (IV), Cloud point (CP) dan Yield olein dan stearin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan suhu filling dan step holding pada proses kristalisasi RBDPO berpengaruh terhadap yield dan Cloud point olein, tetapi tidak berpengaruh terhadap Free fatty acid, Iodine value, Lovibond colour red dan yellow, serta yield stearin. Suhu filling 45°C tanpa step holding lebih menguntungkan dari segi produktivitas mengingat yield olein yang lebih tinggi. Suhu filling 55°C dengan step holding 30 menit lebih menguntungkan dari sisi kualitas dilihat dari Iodine value dan Cloud point yang berhubungan dengan kemurnian olein.

Kata kunci : Refinery, RBDPO, filling, holding, kristalisasi, filtrasi.

ABSTRACT

Has done research about the Influence of the filling temperature and step holding at the crystallization of RBDPO to the quality of olein and stearin products, to find out the influence of the filling temperature and step holding (waiting time) crystallization of RBDPO before filtration to the quality of olein and stearin palm oil product. The Completely Randomized Design (CRD) 1 factor used in this experiment with two treatments of crystallization of RBDPO with 30 times replication. First treatment is filling temperature 45°C without step holding, and second treatment is filling temperature 55°C with step holding 30 minutes. The parameter of the research are free fatty acid (FFA), lovibond colour (LC), cloud point (CP) and yield olein and stearin. The result of the experiment showed the difference of filling temperature and step holding at the crystallization of RBDPO gave influence to the yield and cloud point of olein but did not give influence to the free fatty acid iodine value, lovibond colour red and yellow, and also yield of stearin. Filling temperature at 45°C without step holding more profitable from productivity side because the yield of the olein is more higher. Filling temperature 55°C with

step holding 55°C with step holding 30 minutes more profitable from quality side from the iodine value and cloud point that connected with the olein purity.

Key words : Refinery, RBDPO, filling, holding, crystallization, filtration.

PENDAHULUAN

Minyak goreng sawit merupakan salah satu produk turunan kelapa sawit. Proses pengolahan minyak goreng sawit pada prinsipnya merupakan pemurnian *crude palm oil* (CPO) atau sering disebut *refinery*. Tujuan *refinery* CPO adalah menghilangkan *impurities* dalam CPO baik yang larut maupun tidak larut dalam minyak. *Impurities* yang larut dalam minyak adalah *free fatty acid (FFA)*, *gummy matters (phosphatides)*, *oil-sol-flavor (rancid odor)*, *colour pigment*, sedangkan yang tidak larut adalah kotoran (*dirt*), air (*moisture*). (Hamilton, 2000; Ponten & Naibaho, 1998)..

Pada proses *physical refinery*, *gummy matters* dihilangkan dengan proses *degumming*, *colour pigment* dipucatkan melalui proses *bleaching* dan deodorisasi, *oil soluble of flavor and FFA* dihilangkan melalui proses deodorisasi, sedangkan untuk menghilangkan *impurities* yang tidak larut dalam minyak yaitu dengan proses *filtrasi* untuk menghilangkan *dirt* dan Basiron, Y., 2005 *vacuum drying* untuk menghilangkan *moisture*. (Basiron, 2005).

Impurities dalam minyak harus dihilangkan, karena apabila *impurities* masih terkandung dalam minyak maka akan mempengaruhi mutu minyak, seperti menimbulkan bau yang tidak enak, warna yang tidak menarik dalam mempengaruhi umur simpan minyak. Hasil dari proses pemurnian CPO pada proses *refinery*, yaitu RBDPO (Refined Bleached Deodorized Palm Oil). RBDPO dipisahkan menjadi dua fase, yaitu fase padat (*stearin*) dan fase cair (*olein*) melalui proses fraksinasi (Tirtaux, 1990; Basiron, 2005).

Trigliserida minyak sawit terdiri dari kombinasi asam lemak yang berbeda jumlah atom C dan tingkat ketidakjenuhannya, sehingga minyak sawit terdiri dari trigliserida dengan titik leleh (*melting point*) rendah hingga tinggi. Kristalisasi merupakan proses pemisahan fase cair dengan titik leleh yang lebih tinggi (*stearin*) dengan mengontrol suhu pendinginan. Faktor yang mempengaruhi proses kristalisasi adalah komposisi asam lemak pada minyak, agitasi dan suhu pendinginan (Thomas, 1985).

Prinsip kerja kristalisasi yaitu dengan memperhatikan *melting point* asam lemak penyusun RBDPO, asam lemak jenuh cenderung memiliki *melting point* yang tinggi (*stearin*), sebaliknya asam lemak tidak jenuh memiliki *melting point* yang rendah (*olein*). Proses kristalisasi dilakukan di dalam tangki *crystallizer* yang memiliki koil pemanas dan pendingin serta agitator dengan kecepatan 14 rpm pada saat awal dan 9 rpm pada akhir proses. Agitator ini berfungsi untuk mengaduk minyak dengan rpm rendah agar kristal minyak yang terbentuk besar (β') sehingga mudah dipisahkan. (Metin & Hartel, 2005; Bell *et al.*, 2006)

Kristalisasi merupakan proses yang bertujuan untuk memisahkan fase padat *stearin* (C18:0) dan fase cair *olein* (C18:1) dari RBDPO dengan melihat *melting point* asam lemak penyusun RBDPO. Pemilihan suhu kristalisasi *olein* berdasarkan suhu *melting point* C18:1, yaitu 14-16°C, namun suhu *olein* kristalisasi yang digunakan kurang dari 14-16°C yaitu 20-23°C, hal ini untuk meningkatkan hasil *yield olein*. (Tirtaux, 1990).

Proses kristalisasi diawali dengan *filling* yaitu pengisian minyak RBDPO ke tangki *crystallizer* dengan suhu minyak 45-55°C, kemudian dilakukan proses *cooling* sampai mendapatkan suhu minyak 42°C, setelah itu dilanjutkan dengan *chilling* sampai suhu 32°C, kemudian dilanjutkan dengan kristalisasi sampai suhu 25°C, setelah itu dilanjutkan dengan *final cooling* diharapkan suhu minyak mencapai 20-23°C kemudian olein (fraksi cair) dipisahkan dengan *filter press* dari stearinnya (fraksi padat). Ada 2 proses kristalisasi, yang pertama dengan menggunakan suhu *filling* 45°C, *cooling*, *chilling*, kristalisasi, *final cooling*, tanpa proses *holding* dilanjutkan dengan proses filtrasi. Kedua dengan menggunakan suhu *filling* 55°C, *cooling*, *chilling*, kristalisasi, *final cooling*, *step holding* 30 menit. Adanya dua jenis proses tersebut maka perlu dilakukan kajian tentang kualitas olein dan stearin yang dihasilkan. Apakah kedua jenis proses kristalisasi tersebut berpengaruh terhadap kualitas olein dan stearin yang dihasilkan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh suhu *filling* dan *step holding* atau waktu tunggu pada proses kristalisasi terhadap kualitas olein dan stearin minyak sawit yang dihasilkan.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah RBDPO, *cooling water*, *chilledwater*, alkohol netral, indikator PP, larutan NaOH 0,1 N, larutan NaOH 0,1 %, larutan NaOH 0,25 N, cyclohexane, KI 10 %, aquadest, Na₂S₂O₃ 0,1 N, indikator amilum. Alat yang digunakan dalam penelitian adalah tangki *crystallizer*, *cooling water tower*, *water chiller*, erlenmeyer 250 ml, pipet, *magnetic stirrer*, gelas ukur 50 ml, hot plate, biuret 50 ml skala 0,1 ml, timbangan analitis, dispensette 50 ml, pipet, gelas ukur 50 ml, lovibond, tintometer, kertas filter whatman 41, corong, water bath, termometer.

Metode Penelitian

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Sempurna (RAS) atau Completely Randomized Design (CRD) yang terdiri dari 1 faktor dan 2 perlakuan/ taraf (Gomez and Gomez, 1984) dengan 30 kali ulangan. Perlakuan pertama (A1) adalah suhu *filling* 45°C tanpa *holding*. Perlakuan kedua (A2) adalah suhu *filling* 55°C dengan *step holding* 30 menit.

Pelaksanaan Penelitian

Perlakuan pertama

RBDPO dari proses *refinery* atau *storage tank* penampung RBDPO dipompakan ke tangki *crystallizer* dengan suhu RBDPO dibuat 45°C, setelah itu masuk pada tahap *cooling* suhu minyak dibuat menjadi 41°C, kemudian masuk pada tahap *chilling* suhu minyak diharapkan turun menjadi 33°C, selanjutnya masuk pada tahap kristalisasi sampai suhu 25°C, setelah itu masuk tahap *final cooling* dengan suhu minyak 20°C dan masuk proses filtrasi untuk memisahkan olein dan stearin.

Perlakuan kedua

RBDPO dari proses refinery atau *storage tank* penampung RBDPO dipompakan ke tangki *crystallizer* dengan suhu RBDPO dibuat 55°C, kemudian masuk pada tahap *cooling* suhu minyak dibuat menjadi 41°C, selanjutnya masuk pada tahap *chilling* suhu minyak diharapkan turun menjadi 33°C, kemudian masuk pada tahap kristalisasi sampai suhu 25°C, setelah itu masuk tahap *final cooling* dengan suhu minyak 20°C dan masuk proses filtrasi untuk memisahkan *olein* dan *stearin*.

Pengamatan yang dilakukan terhadap *olein* dan *stearin* yang dihasilkan meliputi : meliputi *Free fatty acid (FFA)*, *Lovibond colour (LC)*, *Iodine value (IV)*, *Cloud point (CP)* dan *Yield olein* dan *stearin*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis *olein* dan *stearin* dari proses kristalisasi RBDPO dengan perbedaan suhu *filling* dan *step holding* disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis mutu fraksi *olein* dan *stearin* pada proses kristalisasi RBDPO dengan perbedaan suhu *filling* dan *step holding*

Hasil Analisis		Perlakuan	
		A1 (<i>Filling</i> 45°C tanpa proses <i>holding</i>)	A1 (<i>Filling</i> 45°C dengan proses <i>holding</i>)
Free Fatty Acid (FFA)	Olein	0.06 a	0.06 a
	Stearin	0.04 q	0.04 q
Olein LC Red	Olein	2.7 r	2.7 r
	Stearin	2.5 q	2.5 q
Olein LC Yellow	Olein	26 a	26 a
	Stearin	24 p	24 p
Cloud Point	Olein	10.5 r	9.6 q
Yield/Rendemen	Olein	81.5 p	80.35q
	Stearin	18.47a	19.29b
Iodine Value	Olein	56.99b	37.04b
	Stearin	32.05a	32.13a

Keterangan : Angka rerata yang diikuti huruf yang berbeda dalam kolom yang sama menunjukkan ada beda nyata berdasarkan uji BNT pada jenjang nyata 5%.

Untuk melengkapi pembahasan data yang diperoleh maka pada Tabel 2 dan Tabel 3 diajikan standar mutu *olein* dan *stearin* minyak.

Tabel 2. Standar mutu *Olein*

Parameter	RBD Olein Quality		
	Consumer	Semi Consumer	PORAM
Iodine Value	58 – 59.5	57.0	56 min
FFA (%)	0.05 max	0.1	0.1 max
Moisture & Volatile (%)	0.1 max	0.1	0.1 max
Color	1.8 R – 2.5 R	3.0 R	3.0 R
Cloud Point (°C)	7 – 8	9	10
Peroksida Value (mg/sec)	0.5	1.0	-

Cloud Stability (hours)	5 min	-	-
-------------------------	-------	---	---

Sumber : Anonim, 2012

Tabel 3. Standar mutu *Stearin*

Parameter	RBD Stearin Quality		
	Consumer	Semi Consumer	PORAM
Iodine Value	37 – 41	35 - 37	48 max
FFA (%)	0.05 max	0.1	0.20 max
Moisture & Volatile (%)	0.1 max	0.1	0.15 max
Color	1.5 R – 2.0 R	2.5 R	3.0 R
Peroksida Value (mg/sec)	1.0 max	1.0	-
Slip melting point (°C)	48 - 50	50 - 52	44 min

Sumber : Anonim, 2012

1. Free Fatty Acid (FFA)

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa suhu *filling* dan *step holding* pada proses kristalisasi RBDPO tidak berpengaruh baik terhadap *FFA olein* maupun *stearin* yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena proses kristalisasi dilakukan pada suhu rendah, yaitu antara 20 – 23 °C.

Asam lemak bebas dalam konsentrasi tinggi yang terikut dalam minyak sawit sangat merugikan. Tingginya asam lemak bebas ini menyebabkan rendemen minyak turun. Untuk itu perlu dilakukan usaha pencegahan terbentuknya asam lemak bebas dalam minyak sawit (Ketaren, 2005).

FFA olein dan *stearin* merupakan parameter mutu minyak makan yang dapat menurunkan kualitas minyak, dan akan menimbulkan bau tengik jika teroksidasi dan menyebabkan timbulnya korosi pada alat, FFA terbentuk akibat dekomposisi trigliserida membentuk mono atau digliserida karena reaksi hidrolisis, baik secara kimia maupun enzimatis (Ketaren, 2005).

2. LC (Lovibond Colour) *Olein* dan *Stearin*

Berdasarkan data *Lovibond colour* pada Tabel 1, bahwa suhu *filling* dan *step holding* pada proses kristalisasi RBDPO tidak berpengaruh terhadap *lovibond colour olein* dan *stearin* yang dihasilkan, hal ini karena warna telah diabsorpsi atau diserap oleh BE (bleaching earth) pada proses *bleaching* dan β -karoten teroksidasi pada suhu lebih dari 140°C terjadi pada proses deodorisasi pada *physical refinery* (Basiron, 2005). *Olein* lebih pucat sehingga warna *yellow* lebih tinggi. *Lovibond colour olein* lebih tinggi dari *lovibond colour stearin*, hal ini karena *olein* cenderung bersifat polar karena memiliki banyak ikatan rangkap sehingga β -karoten banyak terkandung pada *olein*.

Karoten diduga lebih polar dari pada trigliserida (Casiday dan Frey, 2001). Asam lemak tidak jenuh mempunyai kepolaran yang lebih tinggi, dibanding asam lemak jenuh. Oleh karena itu, karoten yang mempunyai ikatan rangkap, lebih mudah larut dalam fraksi cair yang banyak mengandung asam lemak tidak jenuh. Pada saat ekstraksi pigmen ini akan ikut terekstrak bersama minyak (Ketaren, 2005).

Warna merupakan salah satu faktor penentu mutu minyak goreng kelapa sawit. Untuk menentukan kejernihan dan kualitas minyak goreng kelapa sawit. Warna minyak dapat dipengaruhi oleh zat-zat yang terkandung secara alamiah di dalam minyak dan ikut terekstrak bersama minyak pada saat proses ekstraksi. Zat warna tersebut antara lain : β -karoten, xanthofil, klorofil dan anthosyanin. Zat warna ini menyebabkan minyak berwarna kuning, kuning kecoklatan, kehijau-hijauan dan kemerah-merahan. Faktor yang menyebabkan kerusakan β -karoten adalah reaksi kimia yaitu reaksi oksidasi yang menghasilkan senyawa aldehid dan keton. Adanya senyawa ini tidak disukai karena menyebabkan ketengikan, perubahan warna, penurunan kandungan vitamin dan keracunan. Salah satu cara yang dilakukan untuk menghambat reaksi oksidasi yaitu dengan pemanasan *raw material* dengan suhu 50-55°C karena dapat mematikan aktivitas mikroorganisme (Ketaren, 2005).

3. Cloud Point (CP) Olein

Cloud Point atau titik kabut adalah suhu pada saat minyak mulai menjadi keruh pada saat pendinginan. *Cloud point* berkaitan dengan ketidakjenuhan suatu minyak. Secara umum, semakin tinggi tingkat ketidakjenuhan maka semakin rendah *cloud point*. *Cloud point* minyak menentukan kualitas *olein* apakah memenuhi standar pasar atau tidak. Contohnya untuk Indonesia pada kualitas *olein* dengan *cloud point* 11°C masih bisa masuk standar pasar. *Cloud point* yang tinggi biasanya dihasilkan *olein* minyak dengan kualitas *bulk* atau curah (AOCS, 1993).

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa suhu *filling* dan *step holding* pada proses kristalisasi RBDPO berpengaruh terhadap *cloud point olein* yang dihasilkan. Hal ini karena dengan adanya *step holding* atau waktu tunggu setelah *final cooling* akan menambah waktu kristalisasi sehingga terbentuk kristal *stearin* yang lebih sempurna, *cloud point* sangat dipengaruhi oleh jenis asam lemak yang terdapat di dalamnya. Semakin banyak kandungan asam lemak jenuhnya, maka *cloud point* minyak goreng akan semakin tinggi. Pada suhu yang lebih rendah dari *cloud pointnya*, maka penampakan minyak goreng akan lebih kental dan padat.

Cloud point pada dasarnya merupakan salah satu penentu mutu atau kualitas minyak goreng, karena semakin tinggi *cloud point* yang dihasilkan maka kualitas minyak goreng yang dihasilkan rendah dan sebaliknya apabila *cloud point* yang dihasilkan kecil maka kualitas minyak goreng yang dihasilkan semakin baik. Untuk minyak goreng yang biasa dijual di supermarket memiliki *cloud point* yang rendah, sehingga tahan terhadap suhu yang dingin di bawah suhu kamar dan tidak terbentuk kristal *stearin*. Sedangkan untuk minyak yang memiliki *cloud point* yang tinggi maka akan menjadi minyak curah atau minyak industri, karena minyak dengan *cloud point* yang tinggi akan timbul endapan atau ada yang membeku yaitu *stearin* (Tirtiaux, 1990).

4. Rendemen (Yield) Olein dan Stearin

Berdasarkan data pada Tabel 1 dapat diketahui bahwa suhu *filling* dan *step holding* pada proses kristalisasi RBDPO berpengaruh terhadap *yield olein* yang dihasilkan. Hal ini

disebabkan karena dengan adanya *step holding* maka suhu minyak akan turun akibatnya kandungan *olein* lebih murni sehingga rendemen *olein* lebih rendah dibandingkan dengan tanpa *holding*, karena masih ada kandungan *stearin* di dalam *olein*.

Penurunan suhu fraksinasi memberikan pengaruh terhadap rendemen fraksi padat (*stearin*) yang diperoleh. Rendemen fraksi padat semakin bertambah dengan semakin rendahnya suhu fraksinasi. Semakin rendah suhu fraksinasi maka jumlah minyak yang mengkristal semakin banyak sehingga jumlah fraksi padat semakin bertambah dan rendemen fraksi padat yang diperoleh semakin meningkat (Bell *et al.*, 2006).

Pendinginan yang relatif cepat akan menghasilkan kristal yang transparan, rapuh dan pipih. Keadaan ini akan menghasilkan polimorfis bentuk β' . Pendinginan yang terlalu lama akan memperlambat pembentukan kristal yang disebabkan oleh penurunan energi potensial yang tidak secara tiba-tiba. Bentuk kristal yang dihasilkan adalah bentuk seperti jarum halus dengan bentuk polimorfis beta intermediet. Kristal yang terlalu halus dan terlalu kecil dapat mengakibatkan pemisahan tidak efisien (Tirtaux, 1990).

5. Iodine Value (IV) Olein dan Stearin

Iodine value adalah jumlah (gram) iod yang dapat diikat oleh 100 gram lemak. Ikatan rangkap yang terdapat pada asam lemak yang tidak jenuh akan bereaksi dengan iod atau senyawa-senyawa iod dan membentuk senyawa yang jenuh. Gliserida dengan tingkat ketidakjenuhan yang tinggi akan mengikat iod dalam jumlah yang lebih besar. Besarnya jumlah iod yang diserap menunjukkan banyaknya ikatan rangkap atau ikatan tidak jenuh (Ketaren, 2005).

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa suhu *filling* dan *step holding* pada proses kristalisasi RBDPO tidak berpengaruh terhadap *iodine value olein* dan *stearin*. Hal ini disebabkan karena adanya *step holding* sehingga waktu pembentukan kristal lebih lama, maka menghasilkan angka *iodine* lebih tinggi, dan suhu yang rendah akan membuat *iodine value* menjadi meningkat.

Adanya ikatan rangkap pada asam lemak tidak jenuh dapat memberikan pemisahan dengan asam lemak jenuh lebih sempurna dari pengaruh waktu yang lama. Banyaknya iodium yang diikat menunjukkan banyaknya ikatan rangkap dan asam lemak tidak jenuh mampu mengikat iodium (Shahidi, 2005).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Perbedaan suhu *filling* dan *step holding* pada proses kristalisasi RBDPO berpengaruh terhadap *yield olein* dan *cloud point (CP)*, tetapi tidak berpengaruh terhadap *free fatty acid (FFA)*, *iodine value (IV)*, *lovibond colour (LC) red* dan *yellow*, dan *yield stearin*.
2. Suhu *filling* 45°C tanpa *step holding* lebih menguntungkan dari segi produktivitas mengingat *yield olein* yang dihasilkan lebih tinggi.

3. Suhu *filling* 55°C dengan *step holding* selama 30 menit lebih menguntungkan dari sisi kualitas dilihat dari *iodine value* dan *cloud point* yang berhubungan dengan kemurnian *olein*.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2012. Buku Panduan Magang Minat STPK (Sarjana Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit dan Turunannya. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Institut Pertanian Stiper (INSTIPER). Yogyakarta.
- AOCS, 1993. Recommended Practices of the American Oil Chemists Society, Vol. 1- 2. AOCS Press, Champaign.
- Basiron, Y., 2005. Palm oil. In: Bailey's Industrial Oil and Fat Products, sixth edition, John Wiley & Sons, Inc.
- Bell, A., Gordon, M.H., Jirasubkunakom, W., Smith, KW. 2006. Pengaruh Komposisi Pada Reologi Lemak dan Kristalisasi. Jakarta.
- Casidey, R. And R. Frey, 2001. Nutrient and Solubility, Departement of Chemistry, Washington University St. Louis MO 63130.
- Gomez, K.A. and Gomez, A.A. 1984. Statistical Procedures For Agriculture Research, New York, John Wiley and Sons.
- Hamilton, R.J., 2000. Edible Oil Processing. USA and Canada.
- Ketaren, S., 2005. Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan. Jakarta: UI Press.
- Metin, S., Hartel, RW. 2005. Crystallization of fats and oil. In : Shahid F (ed);, Bailey's Industrial Oil and Fat Product. Sixth edition, Volume 5. Hoboken. John Wiley and Sons, Inc.
- Pahan, Iyung, 2007. Panduan Lengkap Kelapa Sawit: Manajemen Agribisnis Dari Hulu Hingga Hilir. Penbar Swadaya, Jakarta.
- Ponten, M. Naibaho. 1998. Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit. Pusat Penelitian Kelapa Sait, Medan.
- Shahidi, 2005. Pedoman Uji Inderawi Bahan Pangan. PAU Pangan dan Gizi, UGM, Yogyakarta.
- Thomas, H.W. 1985. Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Volume 3. John Wiley and Sons, New York.
- Tirtaux, A. 1990. Dry Fractionation : a Technology and an Art. Di dalam. D.R. Erickson (ed). Edible Fats and Oils Processing- Basic Principles and Modern Practices. World Conference Proceedings. J. American Oil Chemical Society, Champaign Illinois.
- Winarno, F.G., 1997. Kimia Pangan dan Gizi. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

T1-TI 04

**PENINGKATAN POTENSI USAHA MIKRO DAN KECIL DI BIDANG
PANGAN MELALUI PROGRAM COMMUNITY DEVELOPMENT
UNIVERSITAS PRASETIYA MULYA**

*The Development of Micro and Small Scale Food Industry Through
Community Development Program in Prasetya Mulya University*

Sekar Wulan Prasetyaningtyas
Prodi Food Technology, Universitas Prasetya Mulya
Edutown, Kavling Edu I No.1, Jl. BSD Raya Barat I, BSD City, Serpong, Tangerang 15339,
Indonesia

Email: sekar.prasetyaningtyas@pmbs.ac.id

ABSTRACT

One of the efforts initiated by Prasetya Mulya University in supporting the development of entrepreneurship in the field of food industry is to organize an entrepreneurship- based program of community work (KKN) in the countryside. This program is called the Community Development Program, or can be referred as the CommDev. Aside from being an entrepreneurial program for the community, Community Development Program became one of the Prasetya Mulya's commitments to revitalize the KKN program to be more efficient and beneficial for the rural communities. ComDev mission is to improve the ability of entrepreneurship in the field of food industry, providing alternative sustainable additional income, increase the value-added utilization of local resources, develop local culture as the capital of public welfare development. Community Development Program is divided into three phases, namely, debriefing, living in village and mentoring. The critical stage is where students living in village for 1 full month. They will live with a partner in the village. During the first month, students will run their business ideas business that has been agreed with the partners. During this period, students also carry out a simple business knowledge transfer to partners, including knowledge in business (finance, production, marketing, and human resources) and managerial knowledge. In the late stages of living in the village, the business will be officially handed over to partners to run independently.

Keywords: community development, micro and small scale enterprises, food industry, food entrepreneurship

ABSTRAK

Salah satu upaya Prasetya Mulya dalam mendukung pengembangan kewirausahaan di bidang pangan secara lebih menyeluruh adalah dengan menyelenggarakan sebuah program kuliah kerja nyata (KKN) berbasis kewirausahaan di pedesaan. Program ini dinamakan Program Community Development, atau dapat disebut sebagai Program Comdev. Selain sebagai program kewirausahaan bagi masyarakat, Program Comdev menjadi salah satu sarana Prasetya Mulya untuk melakukan revitalisasi program KKN nasional agar lebih berdaya guna dan tepat manfaat bagi kemandirian masyarakat desa. Misi program Comdev adalah untuk meningkatkan kemampuan berwirausaha di bidang pangan dan manajerial masyarakat desa, memberikan alternatif penghasilan tambahan yang berkelanjutan, meningkatkan pemanfaatan nilai tambah sumber daya lokal, mengembangkan kebudayaan lokal sebagai modal dasar pengembangan kesejahteraan masyarakat. Program Comdev II terbagi ke dalam 3 tahap yaitu, pembekalan, living in village dan pendampingan. Tahap kritis berada ditahap living in village dimana mahasiswa selama 1 bulan penuh akan tinggal bersama mitra

di desa. Selama 1 bulan, mahasiswa tersebut akan menjalankan bisnis yang ide bisnisnya sudah disepakati bersama dengan para mitra. Dalam kurun waktu tersebut, mahasiswa juga melaksanakan transfer pengetahuan bisnis secara sederhana kepada mitra, meliputi pengetahuan berbisnis (keuangan, produksi, pemasaran, dan sumber daya manusia) dan pengetahuan manajerial. Pada akhir tahap *living in village*, bisnis akan diserahkan secara resmi kepada mitra untuk dijalankan secara mandiri.

Kata kunci: *community development*, usaha mikro, usaha kecil, inovasi pangan, wirausaha pangan.

PENDAHULUAN

Belum kokohnya fundamental perekonomian Indonesia saat ini, mendorong pemerintah terus memberdayakan Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM). Sektor ini terbukti mampu menyerap tenaga kerja cukup besar. Dari segi modal, UMKM lebih berpeluang untuk berkembang dan bersaing dengan perusahaan yang lebih besar yang menggunakan modal besar (*capital intensive*). Eksistensi UMKM memang tidak dapat diragukan lagi karena terbukti mampu bertahan dan menjadi roda penggerak ekonomi, terutama pasca krisis ekonomi (Rugiman, 2015).

Dari data Badan Pusat Statistika (BPS), UMKM di bidang makanan dan minuman memberikan kontribusi signifikan terhadap PDB Indonesia. Pada tahun 2008 nilai tambah industri makanan dan minuman mencapai Rp124.202 miliar atau kontribusinya 17,26% . Menyerap tenaga kerja paling besar diantara industri manufaktur lainnya. Pada 2010, menyerap tenaga kerja sebesar 3,6 juta orang atau meningkat sebesar 3,28% dibandingkan 2009 (Rugiman, 2015)

Disisi lain, UMKM ternyata menghadapi banyak sekali permasalahan, yaitu terbatasnya modal kerja, Sumber Daya Manusia yang rendah, dan minimnya penguasaan ilmu pengetahuan serta teknologi (Sudaryanto dan Hanim, 2002). Kendala lain yang dihadapi UMKM adalah keterkaitan dengan prospek usaha yang kurang jelas serta perencanaan, visi dan misi yang belum mantap. Hal ini terjadi karena umumnya UMKM bersifat *income gathering* yaitu menaikkan pendapatan, dengan ciri-ciri sebagai berikut: merupakan usaha milik keluarga, menggunakan teknologi yang masih relatif sederhana, kurang memiliki akses permodalan (*bankable*), dan tidak ada pemisahan modal usaha dengan kebutuhan pribadi.

Prasetya Mulya sebagai salah sekolah bisnis terkemuka di Indonesia memiliki tanggung jawab untuk berpartisipasi dalam membantu pengembangan UMKM tersebut. Salah satu misi yang ingin dijalankan oleh Prasetya Mulya University dalam rangka partisipasi ini adalah dengan mewujudkan desa mandiri yang memiliki keterampilan wirausaha. Misi tersebut diwujudkan dalam sebuah program yang bernama *community development* atau lebih sering dikenal dengan nama CommDev. Dalam program ini, mahasiswa S1 Prasetya Mulya mengembangkan bisnis bersama mitra dari penduduk desa. Program ini dijalankan oleh mahasiswa tingkat 3 yang telah mengambil penjurusan. Ide bisnis yang dieksekusi merupakan ide awal mahasiswa, namun tidak menutup kemungkinan mengeksekusi ide bersama mitra. Mitra juga akan menjadi orang tua asuh bagi mahasiswa selama 1 bulan pelaksanaan program. Inisiasi dasar program comdev ini adalah revitalisasi kuliah kerja nyata, yang sudah banyak ditinggalkan oleh perguruan tinggi di Indonesia;

pengembangan kelembagaan khususnya bagi industri mikro dan kecil di daerah; pengembangan ekonomi; dan pengembangan kapasitas sumber daya manusia.

Dengan inisiasi dasar yang begitu mulia, penulisan ini mempunyai tujuan antara lain untuk menganalisis strategi program *community development* di Universitas Prasetya Mulya dalam mengembangkan industri mikro dan kecil khususnya industri mikro dan kecil di bidang pangan. Secara lebih mendalam, penulisan ini akan membahas strategi pengembangan UMKM pangan melalui program *community development* dalam peningkatan *capacity building* masyarakat. Tulisan ini diharapkan memiliki manfaat, antara lain sebagai sumber informasi dan pengetahuan bagi akademisi untuk keperluan kajian lebih lanjut terkait perkembangan dan strategi program kuliah kerja nyata untuk memberikan manfaat bagi masyarakat khususnya dalam hal pengembangan UMKM. Tulisan ini juga diharapkan dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan pengambilan kebijakan dan keputusan utamanya bagi pemerintah maupun lembaga lain yang terkait.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksploratif deskriptif dengan menganalisis strategi pemberdayaan potensi usaha mikro dan kecil di bidang pangan melalui program *community development* di universitas Prasetya Mulya. Karya ilmiah ini juga dikembangkan dengan menggunakan pendekatan kajian literatur atau studi putaka. Pendekatan teori/konsep dilakukan dengan merujuk dari beberapa sumber, seperti buku, jurnal ilmiah, dan internet. Semua uraian gagasan yang ada digabungkan dalam satu susunan kerangka pemikiran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam rangka pemberdayaan UMKM di Indonesia, Bank Indonesia (2011) mengembangkan filosofi lima jari/ *Five finger philosophy*, maksudnya setiap jari mempunyai peran masing-masing dan tidak dapat berdiri sendiri serta akan lebih kuat jika digunakan secara bersamaan. Jari jempol, mewakili peran lembaga keuangan yang berperan dalam intermediasi keuangan, terutama untuk memberikan pinjaman/pembiayaan kepada nasabah mikro, kecil dan menengah serta sebagai Agents of development (agen pembangunan). Jari telunjuk, mewakili regulator yakni Pemerintah dan Bank Indonesia yang berperan dalam Regulator sektor riil dan fiskal, Menerbitkan ijin-ijin usaha, mensertifikasi tanah sehingga dapat digunakan oleh UMKM sebagai agunan, menciptakan iklim yang kondusif dan sebagai sumber pembiayaan. Jari tengah, mewakili katalisator yang berperan dalam mendukung perbankan dan UMKM, termasuk Promoting Enterprise Access to Credit (PEAC) Units, perusahaan penjamin kredit. Jari manis, mewakili fasilitator yang berperan dalam mendampingi UMKM, khususnya usaha mikro, membantu UMKM untuk memperoleh pembiayaan bank, membantu bank dalam hal monitoring kredit dan konsultasi pengembangan UMKM. Jari kelingking, mewakili UMKM yang berperan dalam pelaku usaha, pembayar pajak dan pembukaan tenaga kerja. Universitas Prasetya Mulya dengan program *community development*nya dalam hal ini berperan sebagai jari manis. Mahasiswa

prasetiya mulya selama 6 bulan pertama akan memberikan pendampingan kepada mitra usaha dalam rangka pengembangan usaha pangannya. Selanjutnya selama 1 bulan berikutnya, mahasiswa akan tinggal secara penuh di rumah mitra usaha, melakukan inisiasi ide bisnis pangannya, melakukan transfer knowledge dalam hal bisnis, keuangan dan kemampuan manajerial lainnya, serta memberikan penyuluhan kepada warga desa di mana mitra usaha tinggal. Dalam hal pengembangan ide bisnis pangan, mahasiswa akan memfokuskan kepada potensi sumber daya alam daerah dan membantu mitra usaha dalam penggunaan teknologi untuk mengolah sumber daya alam tersebut menjadi produk pangan yang siap bersaing.

Sebagai contoh adalah potensi pisang kepok yang terdapat di desa Cibeber, Cianjur. Potensi yang belum dimaksimalkan ini ternyata dapat dikembangkan melalui program *community development*, yang salah satu hasil nyatanya adalah proyek lantak pisang balap. Lantak pisang balap adalah makanan ringan yang merupakan makanan khas cianjur, berupa kripik pisang dengan rasa gurih, menggunakan bahan-bahan berkualitas dan aman. dikonsumsi. Yang menjadi pembeda produk lantak pisang balap ini dengan keripik lainnya dapat dilihat dari kualitas. Produk lantak pisang lainnya berwarna sangat kuning dan tahan hingga berbulan-bulan. Hal ini dapat terjadi karena adanya pewarna dan pengawet pada produk tersebut. Sedangkan produk lantak pisang balap yang dihasilkan oleh mitra usaha, tidak menggunakan bahan kimia namun kerenyahan tetap terjaga. Keunggulan produk Lantak pisang balap ini juga dapat dilihat dari tidak adanya perasa bumbu dan tidak adanya saos luar tambahan sehingga praktis aman dikonsumsi dan tidak meninggalkan bubuk bumbu di tangan. Proses transfer knowledge di bidang teknologi pangan inilah yang memungkinkan UMKM di daerah Cibeber mampu menghasilkan produk pangan dengan kelebihan-kelebihan yang membuatnya mampu bersaing di pasaran.

Proses transfer knowledge ini merupakan bagian dari capacity building yang dilakukan Universitas Prasetya Mulya melalui program *community development*. Secara umum capacity building adalah proses atau kegiatan memperbaiki kemampuan seseorang, kelompok, organisasi atau sistem untuk mencapai tujuan atau kinerja yang lebih baik (Brown et. al, 2001). Capacity building adalah pembangunan keterampilan (skills) dan kemampuan (capabilities), seperti kepemimpinan, manajemen, keuangan dan pencarian dana, program dan evaluasi, supaya pembangunan organisasi efektif dan berkelanjutan. Ini adalah proses membantu individu atau kelompok untuk mengidentifikasi dan menemukan permasalahan dan menambah wawasan, pengetahuan dan pengalaman yang dibutuhkan untuk memecahkan masalah dan melakukan perubahan. (Campobaso dan Davis, 2001) Capacity building difasilitasi melalui penetapan kegiatan bantuan teknik, meliputi pendidikan dan pelatihan, bantuan teknik khusus (specific technical assistance) dan penguatan jaringan. Dalam hal pengembangan UMKM, prinsip yang perlu diterapkan adalah dalam pengembangan kapasitas (capacity building), mencakup : 1) kelembagaan; 2) pendanaan, 3) pelayanan. Dalam hal pendanaan, mitra usaha program *community development* mendapatkan modal sebesar 2,5 juta rupiah untuk mengembangkan bisnis pangannya. Selain itu mitra usaha juga mendapatkan bantuan pelayanan dalam hal

pelaksanaan pesta rakyat. Pesta rakyat yang diberi nama Saung Rahayat merupakan acara yang terinspirasi dari keragaman kultur Sunda dan kebudayaan lokal Cibeber dan tak lain merupakan aspirasi warga Cibeber dalam menciptakan wadah berkumpul bagi masyarakat sembari menunjukkan potensi usaha lokal yang dimiliki. Dalam Saung Rahayat ini, mitra usaha dapat menampilkan produk makanan hasil kolaborasi para mitra selama kurang lebih satu bulan dengan mahasiswa Prasetya Mulya. Dalam Saung Rahayat ini dapat tercipta beberapa peluang di antaranya opportunity gathering dengan para investor, distributor dan kemungkinan terjadi kolaborasi program dengan pemerintah. Hal positif lain dari adanya Saung Rahayat ini adalah liputan media yang cukup besar yang nantinya dapat membawa peluang bagi pengembangan UMKM di bidang pangan ini.

KESIMPULAN

Program community development yang sudah dirintis oleh Universitas Prasetya Mulya terbukti memberikan dampak positif bagi pengembangan UMKM di bidang pangan, oleh karenanya perlu adanya terobosan (rintisan) untuk mengembangkan program ini di sentra-sentra produksi di daerah terisolasi dan tertinggal/perbatasan. Tindak lanjut ini diperlukan agar masyarakat atau sentra-sentra produksi di daerah tertinggal/perbatasan dapat tumbuh dan berkembang sesuai dengan potensi lokal tiap-tiap daerah. Untuk dapat menembus daerah yang terisolasi tentu diperlukan penyediaan insentif dan dukungan bagi pengembangan program community development ini. Insentif ini terutama ditujukan bagi UMKM yang berorientasi ekspor, subkontrak/penunjang, agribisnis/agroindustri dan yang memanfaatkan sumber daya lokal. Penumbuhan wirausaha pangan baru melalui dukungan program community development juga perlu melibatkan peran lembaga pendidikan pedesaan. Lembaga ini merupakan kelompok yang berperan mendorong proses trickle down effect dalam bidang ekonomi dan iptek. Pemberdayaan lembaga pendidikan pedesaan dalam kegiatan kewirausahaan sekaligus ditujukan pada pengurangan pengangguran khususnya tenaga kerja terdidik yang sekaligus akan dapat mengatasi masalah keterbatasan kemampuan SDM. Selain itu, untuk tindak lanjut kegiatan community development ini, perlu dipikirkan rencana penyediaan dana melalui koperasi untuk sarana produksi bersama anggota yang ditujukan untuk meningkatkan produktivitas koperasi dan UMKM pangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Bapak M. Setiawan Kusmulyono, MM dan saudara Faizal Ahmad selaku pembina kegiatan community development di Universitas Prasetya Mulya.

DAFTAR PUSTAKA

-
- Bank Indonesia. 2011. Five Finger Philosophy:Upaya Memberdayakan UMKM, (online),(<http://www.bi.go.id/web/id/UMKM/BI/Koordinasi/Filosofi+Lima+Jari/>),diakses 3 oktober 2014).
- BPS. 2011. Produk Domestik Bruto. (online), (<http://www.bps.go.id/index.php?news=730>, diakses 12 oktober 2014).
- Campobasso, L and D Davis, 2001. Reflection on Capacity Building, the California Wellness Foundation Journal, Volume 2 no. 2. California : Wellness Foundation
- Sudaryanto, Ragimun, Wijayanti RR., Strategi Pemberdayaan UMKM Menghadapi Pasar Bebas Asean. (online) <http://www.kemenkeu.go.id/sites/default/files/Strategi%20Pemberdayaan%20UMKM.pdf> , diakses 10 Juli 20150.
- Sudaryanto dan Hanim,Anifatul. 2002. Evaluasi kesiapan UKM Menyongsong Pasar Bebas Asean (AFTA) : Analisis Perspektif dan Tinjauan Teoritis. Jurnal Ekonomi Akuntansi dan Manajemen, Vol 1 No 2, Desember 2002.

T1-TI 05

PENGARUH KONSENTRASI MALTODEKSTRIN TERHADAP VIABILITAS DAN KARAKTERISTIK MIKROENKAPSULASI *Lactobacillus acidophilus**Influence of Maltodextrin Concentration on Viability and Microencapsulated Suspension Characteristics of *Lactobacillus acidophilus**

Debby Moody Sumanti*), Indira Lanti K*), In-In Hanidah*), Tita Rialita*), Deany Puspita Sari**)

*) Tenaga Pendidik Departemen Teknologi Industri Pangan Fakultas Teknologi Industri Pertanian
Universitas Padjadjaran

**) Alumni Departemen Teknologi Industri Pangan

Email: debbys@unpad.ac.id

ABSTRACT

Probiotic is live microbial feed supplement which beneficially affects the host animal by improving its digestive microbial balance. The existence of beneficially probiotic for health enhance its application in food product. One of the probiotic bacteria is *Lactobacillus acidophilus*. When it use, viability of probiotic bacteria are often decreased due to environmental influences. There are several ways to maintain the viability of probiotic bacteria, one of it is microencapsulated using freeze drying method. The purpose of this research was to determine of maltodextrin concentration to get best viability and characteristics of *Lactobacillus acidophilus* microcapsules with freeze drying method. The experiment method used in this research was Completely Randomized design with four treatments and four replications. The treatment used was the addition of 5%, 10%, 15%, and 20% maltodextrin (w/v). The results showed that morphology and physiology of bacterial cells observed had a purple color which indicates Gram positive bacteria, rod shape, non motile, negative catalase, and did not produce gas. Microencapsulated bacteria *Lactobacillus acidophilus* with addition maltodextrin at 20% concentration gave the best result for whole characteristics, which were 93,67% cell viability, 3,06% moisture content, and 18,62% (w/w) yield production.

Keywords: Freeze drying, *Lactobacillus acidophilus*, maltodextrin, microencapsulation

ABSTRAK

Probiotik adalah mikroorganisme hidup yang memberikan manfaat bagi kesehatan inangnya dengan meningkatkan keseimbangan mikroba dalam sistem pencernaan. Adanya manfaat probiotik bagi kesehatan dapat meningkatkan aplikasi probiotik pada produk pangan. Salah satu bakteri probiotik yaitu *Lactobacillus acidophilus*. Dalam aplikasinya, viabilitas sel bakteri probiotik sering menurun karena pengaruh lingkungan. Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mempertahankan viabilitas bakteri probiotik, salah satunya dengan mikroenkapsulasi menggunakan metode freeze drying. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi maltodekstrin yang tepat agar dihasilkan viabilitas dan karakteristik mikrokapsul *Lactobacillus acidophilus* terbaik dengan metode freeze drying. Metode penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan yang digunakan adalah penambahan konsentrasi maltodekstrin sebesar 5%, 10%, 15%, dan 20% (b/v). Morfologi dan fisiologi dari sel bakteri yang diamati memiliki warna ungu yang menandakan bakteri termasuk Gram positif, bentuk batang, non motil, dan katalase negatif. Konsentrasi maltodekstrin 20% menghasilkan viabilitas sel terbaik, yaitu 93,67%, kadar air 3,06%, dan rendemen 18,62%.

Kata kunci: Freeze drying, *Lactobacillus acidophilus*, maltodekstrin, dan mikroenkapsulasi

PENDAHULUAN

Saat ini konsumsi pangan fungsional tumbuh dengan cepat seiring dengan meningkatnya kesadaran masyarakat akan manfaat pangan bagi kesehatan. Pangan fungsional mengandung komponen yang dapat memberikan manfaat bagi tubuh, memberikan nutrisi, dan mengurangi resiko terserang penyakit, seperti produk probiotik (IFIC, 2011).

Probiotik adalah mikroorganisme hidup yang memberikan manfaat bagi kesehatan inangnya dengan meningkatkan keseimbangan mikroba dalam sistem pencernaan (Fuller, 1991). Adanya manfaat probiotik bagi kesehatan meningkatkan aplikasi probiotik pada produk pangan seperti yoghurt, kefir, kimchi, dan lain-lain (Soeharsono, 2010). Salah satu bakteri probiotik dari genus *Lactobacillus* yang telah banyak dimanfaatkan di bidang industri pangan adalah *Lactobacillus acidophilus*.

L.acidophilus memiliki manfaat bagi kesehatan, yaitu membantu pencernaan laktosa dalam usus, merangsang respon kekebalan tubuh terhadap mikroorganisme yang tidak diinginkan dan membantu mengendalikan kadar kolesterol darah. Banyak penelitian yang menunjukkan bahwa *L.acidophilus* menghasilkan zat seperti *lactocidine* atau *acidophiline* yang meningkatkan stamina dan kekebalan tubuh (Widiyaningsih, 2011).

Jumlah mikroorganisme probiotik harus memenuhi standar ketika sampai di sistem pencernaan agar memberikan manfaat bagi kesehatan. *International Dairy Federation* merekomendasikan jumlah sel probiotik $\geq 10^7$ cfu/g produk. Viabilitas bakteri probiotik (jumlah sel aktif dalam 1 gram atau ml produk) merupakan titik kritis untuk produk probiotik. Bakteri probiotik harus memiliki ketahanan yang tinggi selama proses pengolahan dan penyimpanan (Mortazavian dkk., 2012).

Proses pengolahan dan penyimpanan dapat menurunkan viabilitas bakteri probiotik. Menurut Brashears dan Gilliland (1995), pertumbuhan *L.acidophilus* pada fase logaritmik yang disimpan selama 40 hari dalam susu pada suhu 7°C mengalami penurunan jumlah dari 7,6 log menjadi 6,5 log. Salah satu cara untuk mempertahankan jumlah sel bakteri selama penyimpanan dan pengolahan adalah dengan metode mikroenkapsulasi karena metode tersebut mampu melindungi sel-sel bakteri probiotik dari kerusakan yang diakibatkan oleh proses pengolahan, pengaplikasian kering, proses penyimpanan, serta pH yang rendah dan garam empedu yang dihasilkan oleh saluran pencernaan (Zuidam dan Shimoni, 2010). Teknik mikroenkapsulasi yang sering digunakan dalam pengeringan bakteri probiotik adalah *freeze drying* atau pengeringan beku (Chávarri dkk., 2012)..

Proses *freeze drying* memerlukan bahan penyalut untuk melindungi sel bakteri selama pembekuan dan pengeringan. Bahan penyalut yang digunakan dalam mikroenkapsulasi adalah polisakarida, oligosakarida, lemak, dan protein (Serna dan Vallejo, 2013). Penyalut yang biasa digunakan *L.acidophilus* adalah susu skim. Menurut Harmayani (2001), mikroenkapsulasi *L.acidophilus* D2 menggunakan penyalut 10% susu skim mengalami penurunan jumlah bakteri sebesar 2 siklus log atau viabilitasnya sebesar 84,7%. Menurut

Triana (2006), *Lactobacillus* sp. Mar 8 terenkapsulasi dengan penyalut 10% susu skim memiliki viabilitas sebesar 72,37%.

Penggunaan konsentrasi susu skim 10% sebagai penyalut kurang mampu mempertahankan viabilitas sel sehingga perlu adanya kombinasi dengan penyalut yang lain. Menurut Mosilhey (2003), kombinasi karbohidrat dan protein sebagai penyalut memiliki viabilitas paling baik dibandingkan dengan protein dan protein. Bahan penyalut yang umum digunakan diantaranya susu skim, laktosa, sukrosa, maltodekstrin, alginat, gum arab, pati, agar, gelatin, karagenan, albumin, dan kasein.

Berdasarkan uraian tersebut dirasa perlu untuk melakukan penelitian mengenai pengaruh konsentrasi maltodekstrin dan susu skim 10% sebagai bahan penyalut terhadap karakteristik dan viabilitas mikroenkapsulas bakteri *L.acidophilus*.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Isolat *Lactobacillus acidophilus* 0043 dari BPPT Serpong, susu skim, maltodekstrin, hidrogen peroksida (H_2O_2), akuades, MRS agar, MRS broth, NaCl fisiologis, alkohol 70%, alkohol 95%, kristal violet, lugol, dan safranin.

Freeze dryer Christ Alpha 1-4 LDplus, *laminar air flow*, oven, inkubator, *deep freezer*, *autoclave*, *water bath*, spektrofotometer, mikroskop, dan *vortex mixer*.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode percobaan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Percobaan ini terdiri dari empat perlakuan dan masing-masing diulangi sebanyak empat kali. Perlakuan yang dilakukan adalah penambahan konsentrasi maltodekstrin (b/v) :

- A = konsentrasi maltodekstrin 5%
- B = konsentrasi maltodekstrin 10%
- C = konsentrasi maltodekstrin 15%
- D = konsentrasi maltodekstrin 20%

Pelaksanaan Penelitian

Pembuatan Kultur Cair dan Verifikasi Sel Bakteri *L.acidophilus*

Menumbuhkan kultur bakteri *L.acidophilus* pada media MRS agar miring dan inkubasi pada suhu 37°C selama 10 jam. Meluruhkan kultur bakteri *L.acidophilus* dengan larutan pengencer akuades steril. Mengecek kekeruhan sesuai dengan McFarland 3 pada λ 600 nm dan absorbansi $\pm 0,616$ yang setara dengan jumlah koloni bakteri $3,0 \times 10^8$ cfu/ml dengan spektrofotometer.

Pembuatan Suspensi *L.acidophilus*

Proses pembuatan suspensi bertujuan untuk memperbanyak koloni bakteri. Media yang digunakan adalah susu skim. Melarutkan susu skim bubuk ke dalam akuades

kemudian dipasteurisasi pada suhu 62,8°C selama 15 menit sehingga diperoleh susu skim cair steril 10% (b/v). Larutan tersebut kemudian diinokulasikan dengan kultur cair *L.acidophilus* sebanyak 10%. Larutan tersebut diinkubasi pada suhu 37°C selama 4 jam.

Pembuatan Mikroenkapsulasi *L.acidophilus*




Suspensi *L.acidophilus* yang sudah terbentuk kemudian ditambahkan maltodekstrin sebagai bahan penyalut dengan berbagai konsentrasi yaitu 5%, 10%, 15% dan 20%. Suspensi bakteri probiotik yang sudah ditambahkan maltodekstrin dibekukan didalam freezer dengan suhu -50°C selama 24 jam. Suspensi bakteri beku kemudian dilakukan pengeringan dengan alat *freeze dryer* dengan suhu -50°C selama 24 jam hingga terbentuk kultur kering bakteri *L.acidophilus*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Verifikasi Sel Bakteri *Lactobacillus acidophilus*

Verifikasi sel bakteri *L.acidophilus* dilakukan pada kultur murni dan mikrokapsul *L.acidophilus*, yang bertujuan untuk memastikan bahwa kultur yang digunakan tidak terkontaminasi oleh mikroorganisme lain. Verifikasi sel bakteri dilakukan dengan pewarnaan Gram, pengamatan bentuk sel, uji katalase, uji motilitas dan uji produksi gas.

Tabel 1. Hasil Verifikasi Sel Bakteri *L.acidophilus*

Kriteria	Kultur Murni	Suspensi	Mikro kapsul
Pewarnaan Gram	Positif	Positif	Positif
Bentuk Sel	Batang	Batang	Batang
Uji Katalase	Negatif	Negatif	Negatif
Uji Motilitas	Non motil	Non motil	Non motil
Uji Produksi Gas	Negatif	Negatif	Negatif
Gambar mikroskop perbesaran 1000x			

Sel bakteri yang diamati memiliki sifat morfologi dan fisiologi yang sama baik pada kultur murni, suspensi, maupun mikrokapsul. Hal tersebut menunjukkan bahwa sifat morfologi dan fisiologi sel bakteri yang diamati pada kultur murni, suspensi, dan mikrokapsul yang dihasilkan tidak mengalami perubahan dan sesuai dengan karakteristik *L.acidophilus*. Menurut Pyar dan Peh (2014), *L.acidophilus* memiliki bentuk batang, termasuk golongan Gram positif, dan katalase negatif. Menurut Tamime dan Robinson (1999), *L.acidophilus* bersifat homofermentatif. Menurut Breed (1957), ukuran sel bakteri *L.acidophilus* 1,5-6,0 μm. Ukuran sel bakteri *L.acidophilus* yang diamati pada kultur murni 2,54 μm, suspensi 2,33 μm, dan mikrokapsul 2,49 μm. Berdasarkan hasil tersebut juga dapat dikatakan bahwa mikroenkapsulasi yang dilakukan berhasil. Menurut Triana (2006) yang menyatakan bahwa enkapsulasi dikatakan berhasil jika bahan yang dienkapsulasi memiliki sifat-sifat fisiologis yang relatif sama dengan sebelum dienkapsulasi.

Viabilitas Sel Bakteri *Lactobacillus acidophilus*

Berdasarkan analisis statistik perlakuan penambahan konsentrasi maltodekstrin memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap viabilitas mikrokapsul sel bakteri *L.acidophilus*. Hasil uji viabilitas mikrokapsul sel bakteri *L.acidophilus* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh Konsentrasi Maltodekstrin Terhadap Viabilitas Mikrokapsul Sel Bakteri *L.acidophilus*

Perbandingan Konsentrasi (b/v)	Rata-Rata dan Hasil Uji Viabilitas (%)
A : maltodekstrin 5%	79,55 c
B : maltodekstrin 10%	82,77 bc
C : maltodekstrin 15%	85,64 b
D : maltodekstrin 20%	93,67 a

Keterangan : Nilai rata – rata perlakuan yang ditandai huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada taraf uji 5% menurut uji Duncan

Berdasarkan Tabel 2, viabilitas mikrokapsul sel bakteri *L. Acidophilus* dari perlakuan A tidak berbeda nyata dengan perlakuan B, namun berbeda nyata dengan perlakuan C dan D. sedangkan perlakuan D berbeda nyata dengan perlakuan A, B, dan C. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin tinggi penambahan maltodekstrin menghasilkan viabilitas mikrokapsul sel *L. acidophilus* semakin tinggi.

Hasil pengujian viabilitas mikrokapsul sel *L.acidophilus* sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Sugindro, Mardiyati, dan Djajadisatra (2008), yang menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi penyalut, efisiensi enkapsulasi semakin meningkat, lapisan kulit (*shell*) semakin baik dan kuat, sehingga dapat melindungi bahan inti dengan baik serta melindungi zat yang mudah menguap ketika proses pengeringan berlangsung, yang berakibat retensi bahan inti akan semakin meningkat. Namun, jumlah penyalut yang terlalu tinggi membuat suspensi menjadi kental sehingga menyulitkan proses atomisasi. Penyalut yang terlalu tinggi juga menyebabkan pembengkakan (*puffing*) atau pengelembungan (*balloning*) dan keretakan partikel yang akan menurunkan retensi bahan inti. Perlakuan dengan penambahan konsentrasi maltodekstrin 20% dapat mempertahankan viabilitas sel yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Maltodekstrin dapat menurunkan titik beku sehingga pembentukan kristal es menjadi lebih lama dan kerusakan membran sel bakteri lebih rendah (Karinawatie dkk., 2008).

Faktor penting untuk mempertahankan viabilitas sel bakteri dalam proses mikroenkapsulasi adalah pemilihan bahan penyalut yang akan melindungi bahan inti. Bahan penyalut yang digunakan dalam penelitian ini adalah susu skim dan berbagai konsentrasi maltodekstrin. Menurut Lin, Lin, dan Hwang (1995), efisiensi yang optimal dapat dihasilkan dari matriks protein dan karbohidrat sebagai dinding mikrokapsul. Dinding mikrokapsul yang terdiri dari dua bahan enkapsulan mampu memberikan perlindungan yang baik terhadap mikrokapsul. Penggunaan dua bahan enkapsulan menghasilkan efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan penggunaan satu enkapsulan

sebagai bahan pengisi sebab kemampuan enkapsulan untuk berinteraksi membentuk granula yang dapat menyalut komponen yang dienkapsulasi lebih baik.

Laktosa dalam susu skim mampu memberikan perlindungan yang baik terhadap pengaruh pengeringan beku. Hal ini disebabkan karena komponen penyusun laktosa yaitu berupa glukosa dan galaktosa lebih sederhana dan mempunyai berat molekul yang rendah sehingga laktosa dapat masuk ke dalam sel bakteri dan memberikan perlindungan dari dua sisi membran sel selama proses pengeringan beku.

Kadar Air Mikroenkapsulasi Bakteri *Lactobacillus acidophilus*

Berdasarkan analisis statistik, perlakuan penambahan konsentrasi maltodekstrin memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kadar air mikrokapsul sel bakteri *L.acidophilus*. Hasil uji kadar air mikrokapsul bakteri *L.acidophilus* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh Konsentrasi Maltodekstrin Terhadap Kadar Air Mikrokapsul Sel Bakteri *L.acidophilus*

Perbandingan Konsentrasi (b/v)	Rata-Rata dan Hasil Uji Kadar Air (%)
A : maltodekstrin 5%	2,00 c
B : maltodekstrin 10%	2,39 bc
C : maltodekstrin 15%	2,82 ab
D : maltodekstrin 20%	3,06 a

Keterangan : Nilai rata – rata perlakuan yang ditandai huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada taraf uji 5% menurut uji Duncan.

Berdasarkan Tabel 3, kadar air mikrokapsul sel bakteri *L. acidophilus* dari perlakuan A tidak berbeda nyata dengan perlakuan B, namun berbeda nyata dengan perlakuan C dan D, sedangkan perlakuan D tidak berbeda nyata dengan perlakuan C namun berbeda nyata dengan perlakuan A dan B. Semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan maka kadar air mikrokapsul akan semakin meningkat.

Maltodekstrin terdiri dari granula-granula yang hidrofilik. Molekul maltodekstrin tersebut mempunyai banyak gugus hidroksil sehingga dapat mengikat air dalam jumlah besar. Terjadinya ikatan antara gugus hidroksil dengan molekul air akan menyebabkan molekul air yang semula berada di luar granula maltodekstrin dan dalam keadaan bebas menjadi berada dalam granula dan tidak bebas lagi. Semakin tinggi kadar maltodekstrin yang ditambahkan semakin kental suspensi yang dihasilkan sehingga semakin sulit terjadinya penguapan air, karena maltodekstrin mempunyai kemampuan pengikatan yang baik (Hui, 1993).

Menurut Budianta (2000), semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan maka kadar air santan bubuk akan semakin meningkat.

Berdasarkan hasil penelitian, kadar air mikrokapsul sel bakteri *L.acidophilus* berkisar antara 2,00 (%b/b) sampai 3,06 (%b/b). Menurut Muller dkk, (2009) dikutip Guergoletto, (2012), kadar air hasil mikroenkapsulasi dengan metode *freeze drying* di bawah 4%.

Rendemen Mikroenkapsulasi Bakteri *Lactobacillus acidophilus*

Berdasarkan analisis statistik, perlakuan penambahan konsentrasi maltodekstrin memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap rendemen mikrokapsul sel *L.acidophilus*. Hasil uji rendemen mikrokapsul sel bakteri *L.acidophilus* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh Konsentrasi Maltodekstrin Terhadap Rendemen Mikrokapsul Sel Bakteri *L.acidophilus*

Perbandingan Konsentrasi (b/v)	Rata-Rata dan Hasil Uji Rendemen (%b/b)
A : maltodekstrin 5%	9,67 d
B : maltodekstrin 10%	12,91 c
C : maltodekstrin 15%	15,39 b
D : maltodekstrin 20%	18,62 a

Keterangan : Nilai rata – rata perlakuan yang ditandai huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada taraf uji 5% menurut uji Duncan

Berdasarkan Tabel 4,rendemen mikrokapsul sel bakteri *L. acidophilus* dari perlakuan A berbeda nyata dengan perlakuan B, C dan D. Semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan maka rendemen mikrokapsul sel bakteri *L.acidophilus* yang dihasilkan akan semakin tinggi. Hal ini disebabkan penggunaan maltodekstrin pada mikroenkapsulasi bakteri berfungsi untuk memperbesar volume dan meningkatkan total padatan bahan, sehingga rendemen yang diperoleh semakin tinggi. Menurut Endang dan Prasetyastuti (2010), peningkatan rendemen dipengaruhi oleh banyaknya jumlah maltodektrn yang ditambahkan, karena semakin banyak maltodektrn akan semakin besar total padatan yang diperoleh. Masters (1979), menyatakan bahwa total padatan pada bahan yang dikeringkan menyebabkan rendemen yang dihasilkan juga akan semakin tinggi.

KESIMPULAN

Mikrokapsul sel bakteri *L.acidophilus* yang disalut dengan berbagai konsentrasi maltodektrn memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap viabilitas sel, kadar air dan rendemen.

Konsentrasi maltodektrn 20 % memberikan hasil terbaik mikrokapsul sel bakteri *L.acidophilus* dengan karakteristik Viabilitas sel 93,67%, kadar air 3,06% dan rendemen 18,62%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Kementrian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi atas bantuan dana yang diberikan untuk penelitian ini melalui Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi (PUPT) Bidang Unggulan Pangan Lokal dan Pangan Nasional serta Universitas Padjadjaran yang telah memfasilitasinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Brashears, M. M. dan S.E. Gilliland. 1995. Survival During Frozen and Subsequent Refrigerated Storage of *Lactobacillus acidophilus* Cells as Influenced by the Growth Phase. *Journal Dairy Science*. 78 : 2326-2335.
- Breed, R.S. Murray, E.G.D. dan Smith N.R. 1957. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. Seventh Edition. U.S.A: The williams and Wilkins Company. Waverly Press, New York.
- Chávarri, M., I. Marañón dan M. C. Villarán. 2012. Encapsulation Technology to Protect Probiotic Bacteria. Available at : <http://dx.doi.org/> (Diakses 16 Februari 2015).
- Endang S.S. dan Prasetyastuti. 2010. Pengaruh Pemberian Juice Lidah Buaya (*Aloe Vera* L.) terhadap Kadar Lipid Peroksida (MDA) pada Tikus Putih Jantan Hiperlipidemia. *Jurnal Farmasi Kedokteran* 3(1) : 353-362
- Fuller, R. 1991. Probiotics in Human Medicine. *Gut*. 32 : 439-442.
- Granato, D., G. F. Branco, A. G. Cruz, J.A.F.Faria dan F. Nazzaro (2010). Functional Foods and Nondairy Probiotic Food Development: Trends, Concepts and products. *Compr Rev Food Sci Food Saf*. 9 : 292–302.
- Guergoletto, K.B. 2012. Dried Probiotics for Use in Functional Food Applications. Available at: www.intechopen.com (Diakses 16 Februari 2015).
- Harmayani, E., Ngatirah, E. S. Rahayu, dan T. Utami. 2001. Ketahanan dan Viabilitas Probiotik Bakteri Asam Laktat Selama Proses Pembuatan Kultur Kering dengan Metode Freeze Drying dan Spray Drying. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, Vol 12 (2) : 126-132.
- Hartati. K.. 2005. Pengaruh Konsentrasi Maltodekstrin dan Natrium Bikarbonat Terhadap Beberapa Karakteristik Tablet EffervescentKuny Karinawatie, S., J. Kusnadi, dan E. Martati. 2008. Efektivitas Konsentrat Protein Whey dan Dekstrin untuk Mempertahankan Viabilitas Bakteri Asam Laktat dalam Starter Kering Beku Yoghurt. *Jurnal Teknologi Pertanian* Vol 9 (2) : 121-130.
- Hui, Y. H. 1993. *Dairy Science and Technology Handbook*. VCH Publisher, Inc., New York
- International Food Information Council. 2011. *Functional Foods*. Available at : <http://www.foodinsight.org> (Diakses 16 Maret 2015).
- Lin, C.C., S. Y. Lin, dan L. S. Hwang. 1995. Microencapsulation of Squid Oil with Hydrophilic Macromolecules for Oxidative and Thermal Stabilization. *J. Of Food Sci*. 6 (1): 36-39.
- Masters, K. 1979. *Spray Dryer Handbook*. John Wiley and Sons, New York.
- Mortazavian, A.M., R. Mohammadi dan S. Sohrabvandi. 2012. Delivery of Probiotic Microorganisms into Gastrointestinal Tract by Food Products, *New Advances in the Basic and Clinical Gastroenterology*. Available at : <http://www.intechopen.com> (Diakses 9 Maret 2015).
- Mosilhey, S. H. 2003. Influence of Different Capsule Materials on the Physiological Properties of Microencapsulated *Lactobacillus acidophilus*. [Dissertation]. Rheinischen Friedrich-Wilhelms University. Bonn.

- Pyar, H. dan Peh, K.K. 2014. Characterization and Identification of *Lactobacillus acidophilus* Using Biolog Rapid Identification System. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences Vol 6 (1) ; 189-193.
- Sansone F, Mencherini, T., Picerno, P., d'Amore, M., Aquino, R.P. and Lauro, M.R. 2011. Maltodextrin/Pectin Microparticles by Spray Drying as Carrier for Nutraceutical Extracts. Journal of Food Engineering. 105 : 468–476.
- Serna-Cock, L dan V. Vallejo-Castillo. 2013. Probiotic Encapsulation. African Journal of Microbiology Research Vol 7 (40) : 4743-4753.
- Soeharsono, H. 2010. Probiotik. Basis Ilmiah, Aplikasi, dan Aspek Praktis. Widya Padjajaran. Bandung.
- Sugindro, E. Mardiyati, dan J. Djajadisastra. 2008. Pembuatan dan Mikroenkapsulasi Ekstrak Etanol Biji Jinten Hitam Pahit (*Nigella sativa* Linn.). Majalah Ilmu Kefarmasian, 5 (2): 57-66.
- Tamime, A. Y. dan R. K. Robinson. 1999. Yoghurt Science and Technology. Pergamon Press Ltd. London.
- Triana, E., E. Yulianto, N. Nurhidayat. 2006. Uji Viabilitas *Lactobacillus* sp. Mar 8 Terenkapsulasi. Biodiversitas Vol 7 (2): 114-117.
- Widiyaningsih, E.N. 2011. Peran Probiotik untuk Kesehatan. Jurnal Kesehatan. 4 : 14-20.
- Zuidam, N. J. dan E. Shimon. 2010. Overview of microencapsulates for use in food products or processes and methods to make them. Springer. London.

T1-TI 06

APLIKASI PIGMEN ANTOSIANIN UBI JALAR UNGU (*IPOMOEABATATAS L.*) TERENKAPSULASI PADA PERMEN *JELLY* DAN KESTABILANNYA TERHADAP SUHU DAN CAHAYA SELAMA PENYIMPANAN

*The Application of Encapsulated Anthocyanin Pigments from Purple Sweet Potato (*Ipomoea Batatas L.*) in Jelly Candy And Its Stability to Temperature and Light During Storage*

Tensiska¹, Yana Cahyana¹, Herlina Marta¹, Winda Nurtiana²
Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Departemen Teknologi Industri Pangan,
Universitas Padjadjaran, Jatinangor.

ABSTRAK

Pigmen antosianin dari ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas L.*) dapat dijadikan sebagai sumber pewarna alami yang aman dan dapat diaplikasikan pada permen *jelly*. Namun demikian, antosianin memiliki kestabilan yang relatif rendah terhadap suhu dan cahaya, sehingga penyimpanan produk aplikasinya harus pada kondisi yang tepat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan kondisi penyimpanan yang tepat untuk permen *jelly* yang telah ditambahkan pigmen antosianin terenkapsulasi dari ubi jalar ungu dan menduga umur simpannya. Metode penelitian yang digunakan adalah metode percobaan dengan analisis regresi yang terdiri dari empat perlakuan dan empat kali ulangan yaitu (1) permen *jelly* yang disimpan pada suhu ruang terpapar cahaya, (2) permen *jelly* yang disimpan pada suhu ruang tidak terpapar cahaya, (3) permen *jelly* yang disimpan pada suhu refrigerator terpapar cahaya, dan (4) permen *jelly* yang disimpan pada suhu refrigerator tidak terpapar cahaya. Intensitas warna merah dan total antosianin diukur setiap 5 hari sekali selama 30 hari dengan. Hasil penelitian menunjukkan cahaya dan suhu berpengaruh terhadap penurunan intensitas warna merah dan total antosianin permen *jelly*. Kondisi penyimpanan yang paling tepat untuk permen *jelly* yaitu pada suhu refrigerator tidak terpapar cahaya. Berdasarkan intensitas warna, permen *jelly* yang disimpan pada suhu refrigerator tidak terpapar cahaya memiliki umur simpan selama 10 bulan 15 hari, permen *jelly* yang disimpan pada suhu refrigerator terpapar cahaya memiliki umur simpan selama 3 bulan 26 hari, permen *jelly* yang disimpan pada suhu ruang tidak terpapar cahaya memiliki umur simpan selama 1 bulan 15 hari, dan permen *jelly* yang disimpan pada suhu ruang terpapar cahaya memiliki umur simpan selama 29 hari.

ABSTRACT

Anthocyanin pigment from purple sweet potato (*Ipomoea batatas L.*) can be used as natural food colorant and can be applied in jelly candy. However, anthocyanin less stability to temperature and light, because of that it has to be stored in right condition. The aim of this research is to determine the right storage condition for jellycandies which have been added by encapsulated anthocyanin pigment from purple sweet potato and measure the shelf life. The research methodology was an experimental method with regression analysis which consists of four treatment and four replication, (1) jelly candies were stored in a room temperature with light exposure, (2) jelly candies were stored in a room temperature without light exposure, (3) jelly candies were stored in a refrigerator temperature with light exposure, and (4) jelly candies were stored in a refrigerator temperature without light exposure. The total anthocyanin was measured by pH-differential method and red color intensity was measured by CIE-lab method every five days for 30 days stored. The results showed that light exposure and temperature affect decreasing intensity of the red color and the total anthocyanin in jelly candies. The best storage for jelly candies is stored in refrigerator temperature without

light exposure. Base on color intensity, the jelly candies stored in a refrigerator temperature without light exposure have 10 months and 15 days of shelf life, jellycandies stored in a refrigerator temperature with light exposure have 3 months and 26 days of shelf life, jellycandies stored in room temperature without light exposure have a month and 15 days of shelf life, and jellycandies stored in room temperature with light exposure have 29 days of shelf life.

I. PENDAHULUAN

Sejak awal abad ke-21 permintaan akan bahan tambahan pangan alami meningkat drastis karena memberi kesan lebih aman, sedangkan produk sintetik member kesan toksik bagi konsumen. Pigmen antosianin dapat dimanfaatkan sebagai pewarna alami makanan. Pigmen ini dapat ditemukan pada bunga, buah-buahan, sayuran, dan umbi-umbian yang dapat memberikan warna merah, biru, dan ungu.. Salah satu sumber antosianin adalah ubi jalar ungu dengan kandungannya 923 mg per 100 g bahan (Widjanarko, 2008).

Pigmen antosianin bersifat stabil pada pH rendah, yaitu sekitar pH 2-4 (Wood, 1997), sehingga cocok diaplikasikan pada produk pangan seperti permen jelly yang memiliki pH 4,5. Namun demikian, menurut Hendry (1996), antosianin merupakan senyawa yang mudah mengalami kerusakan akibat adanya cahaya, oksigen dan suhu tinggi. Salah satu metode yang dapat dilakukan untuk mengatasi hal tersebut adalah mikroenkapsulasi, dimana dilakukan penyalutan (mikroenkapsulasi) terhadap pigmen dengan menggunakan polimer seperti karbohidrat dan protein. Metode mikroenkapsulasi dapat melindungi pigmen akibat pengaruh kimia dan fisika pada produk aplikasi, memudahkan penanganan, penimbangan (Nielsen dan Holst dalam MacDougall, 2002).

Dewasa ini masyarakat sangat menyukai permen *jelly* karena teksturnya yang khas dan rasanya yang enak. Hal yang patut disayangkan yaitu belum adanya permen *jelly* yang ditambahkan pewarna alami yang beredar di pasaran. Permen *jelly* merupakan campuran karbohidrat yang diolah menjadi sistem koloid yang stabil dengan konsistensi semi keras dan umumnya bercita rasa manis serta diberi warna. Bahan baku utama permen *jelly* ini yaitu bahan pemanis (sukrosa, gula invert, dekstrosa, atau sirup jagung), asam organik (asam sitrat, malat, atau tartarat), dan bahan pembentuk gel (pati, gelatin, pektin, atau agar). Bahan baku lain yang digunakan yaitu zat cita rasa, pewarna, dan air (Tjahjadi dkk, 2008).

Berdasarkan latar belakang di atas maka perlu dilakukan penelitian terhadap kestabilan pigmen antosianin yang diaplikasikan pada permen *jelly* dengan beberapa kondisi penyimpanan.

II. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Bahan baku utama yang digunakan adalah ubi jalar ungu varietas *Ayamurasaki* dengan umur panen 3 bulan yang diperoleh dari Desa Cileles, Kecamatan Jatinarongor sedangkan bahan baku penunjang yang digunakan adalah aquades, asam tartarat 1%, dekstrin (DE 15) 6%, dan *aluminium foil*.

Alat yang digunakan adalah neraca analitik, *magnetic stirrer*, seperangkat alat sentrifugasi, kain saring, *beaker glass* 1000 mL, spatula, *rotary vacuum evaporator*, oven vakum, *grinder*, dan alat-alat gelas.

Bahan baku utama untuk pembuatan permen *jelly* yaitu air mineral, gelatin sapi, sukrosa, asam sitrat, sirup glukosa, dan tepung tapioka.

Bahan analisis yang digunakan adalah larutan *buffer* kalium klorida (0,025 M) pH 1, larutan *buffer* natrium asetat (0,4 M) pH 4,5, kertas Whatman no. 42, garam aluminium klorida jenuh, dan HCl pekat. Peralatan yang digunakan adalah kotak CIE-LAB, pH meter, oven, desikator, neraca analitik, cawan aluminium, krustang, spektrofotometer UV 9200, kuvet, batang pengaduk, *beaker glass* 100 mL, pipet ukur 5 mL, labu ukur 10 dan 25 mL, vial kaca, *refrigerator*, *refrigerator showcase*, *vacuum filter*, corong *Buchner*, kotak kardus, laptop dengan menggunakan *software Adobe Photoshop*, *software Microsoft Excel* 2010, *software SPSS* 16.0, dan kamera digital Samsung NX 300.

Metode penelitian yang digunakan metode percobaan (*experimental method*) yang terdiri dari empat perlakuan dengan empat kali ulangan. Permen *jelly* yang ditambahkan bubuk pigmen antosianin disimpan selama 30 hari di berbagai kondisi penyimpanan, yaitu :

A = penyimpanan suhu ruang terpapar cahaya ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$)

B = penyimpanan suhu ruang tidak terpapar cahaya ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$)

C = penyimpanan suhu refrigerasi terpapar cahaya ($5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$)

D = penyimpanan suhu refrigerasi tidak terpapar cahaya ($5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$)

Pengamatan dilakukan setiap lima hari (hari ke-0,5,10,15,20,25, dan 30) selama 30 hari penyimpanan. Pengamatan dilakukan terhadap intensitas warna merah metode CIE-lab (Yam dan Papadakis, 2003) dan total antosianin dengan metode pH differential - Lambert Beer (Giusti dan Wrolstad, 2001). Hasil pengamatan dianalisis secara statistik menggunakan metode regresi sehingga ditentukan variabel bebas dan terikat sebagai berikut :

- Variabel bebas (variabel X) adalah lama penyimpanan produk, yaitu hari ke-0, 5, 10, 15, 20, 25, dan 30.
- Variabel terikat (variabel Y) adalah variabel yang diamati yaitu intensitas warna merah dan total antosianin.

Tahapan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Ekstraksi pigmen antosianin dari ubi jalar ungu. Ekstraksi dilakukan dengan menggunakan pelarut aquades yang diasamkan dengan asam tartarat 1% dari volume pelarut dan dilakukan maserasi menggunakan *magnetic stirrer* selama 6 jam sesuai metode Tensiska dkk (2007).
2. Mikroenkapsulasi pigmen antosianin dilakukan dengan penambahan maltodekstrin 6,5 %.
3. Pembuatan permen *jelly*. Sebanyak 30 mL air mineral ditambahkan gelatin dan dipanaskan sampai gelatin larut. Sementara itu 20 mL bagian air mineral lainnya dicampurkan dengan asam sitrat 0,5 gram, 60 gram sukrosa, dan 20 gram sirup

glukosa kemudian dipanaskan sampai gula larut. Kedua campuran bahan dan bubuk pigmen antosianin ubi jalar ungu dicampurkan dan diaduk merata. Selanjutnya dicetak dan didinginkan.

4. Penentuan konsentrasi bubuk pigmen teren kapsulasi yang ditambahkan pada permen *jelly*. Bubuk pigmen antosianin dengan konsentrasi 30.000 ditambahkan pada permen *jelly* menghasilkan warna yang hampir menyerupai permen *jelly* komersil dan tidak keruh.
5. Penentuan titik kritis yaitu dengan pemberian beberapa konsentrasi bubuk pigmen teren kapsulasi (10.000 ppm dan 20.000 ppm) pada permen *jelly* hingga tidak disukai oleh konsumen (panelis). Titik kritis diperoleh dari sampel dengan penambahan 10.000 ppm bubuk pigmen antosianin teren kapsulasi dengan intensitas warna merah (nilai a^*) sebesar 11,49.
6. Aplikasi bubuk pigmen antosianin teren kapsulasi pada permen *jelly*.
7. Penyimpanan permen *jelly* pada berbagai kondisi penyimpanan sebagai berikut:
 - Penyimpanan suhu ruang terpapar cahaya
Permen *jelly* dibungkus dengan *clingwrap* serta *ziplock* dan disimpan pada ruangan yang disinari oleh lampu 60 Watt (25°C). Jarak antara lampu dengan produk sekitar 2 meter dengan intensitas cahaya yang digunakan untuk penyorotan sebesar 30 lux.
 - Penyimpanan suhu refrigerasi terpapar cahaya
Permen *jelly* dibungkus dengan *clingwrap* serta *ziplock* dan disimpan pada refrigerator *showcase* yang disinari oleh lampu 30 Watt (5°C). Jarak antara lampu dengan produk sekitar 70 cm dengan intensitas cahaya yang digunakan untuk penyorotan sebesar 86 lux.
 - Penyimpanan suhu ruang tidak terpapar cahaya
Permen *jelly* dibungkus dengan *aluminium foil* dan disimpan pada kotak kardus yang disimpan pada suhu ruang (25°C).
 - Penyimpanan suhu refrigerasi tidak terpapar cahaya
Permen *jelly* dibungkus dengan *aluminium foil* dan disimpan pada refrigerator dengan suhu 5°C.
8. Pengamatan stabilitas pigmen antosianin dalam permen *jelly* dan penentuan umur simpannya

Penentuan stabilitas pigmen antosianin teren kapsulasi yang diaplikasikan pada permen *jelly* terdiri dari pengamatan intensitas warna dengan metode CIE-Lab (Yam dan Papadakis, 2003) dan pengujian konsentrasi antosianin dengan metode *pH-Differential-Lambert Beer* (Modifikasi Giusti dan Wrolstad, 2001) selama 30 hari yaitu pada hari ke-0, 5, 10, 15, 20, 25 dan 30. Selanjutnya, pengamatan intensitas warna digunakan untuk menentukan umur simpan. Selama penyimpanan, dilakukan pengukuran intensitas warna (L^* , a^* , b^*) setiap interval 5 hari. Selanjutnya, data tersebut digunakan untuk menghitung ΔE dimana nilai ΔE menyatakan perubahan warna secara keseluruhan. Nilai ΔE dihitung dengan persamaan (Chunhui dkk, 2012 dan Kopjar dkk, 2009) :

$$\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

Selanjutnya umur simpan dapat dihitung dengan persamaan regresi linier dari intensitas warna merah ($\ln a^*$) dari permen *jelly* yang sudah tidak diterima lagi oleh panelis (titik kritis).

Keterangan :

a^*	= intensitas warna merah
L^*	= tingkat kecerahan sampel
b^*	= intensitas kekuningan atau kebiruan sampel
ΔE	= perubahan warna sampel

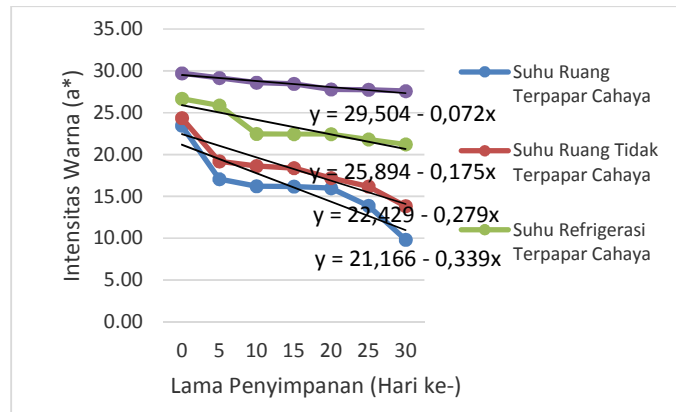
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Parameter Warna

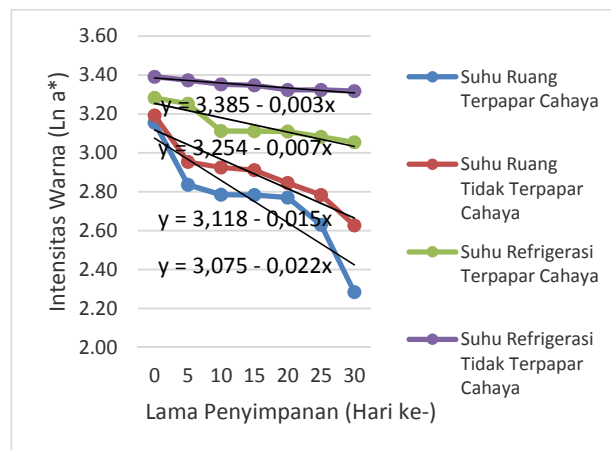
3.1.1 Intensitas Warna Merah

Degradasi pigmen antosianin terjadi pada permen *jelly* selama proses penyimpanan yang dapat dilihat dari penurunan nilai intensitas warna merah (a^*). Pigmen antosianin dalam permen *jelly* berwarna merah karena pH asam sehingga strukturnya dominan berada dalam bentuk kation flavilium yang memberikan warna merah (Markakis, 1982).

Pola perubahan warna merah pada permen *jelly* selama penyimpanan dapat dijelaskan berdasarkan orde reaksi. Orde reaksi ditentukan berdasarkan persamaan yang terbentuk antara lama penyimpanan dengan intensitas warna merah (a^*). Penurunan intensitas warna merah (a^*) selama penyimpanan dapat diplotkan dalam bentuk kurva linear atau kurva eksponensial. Orde reaksi yang digunakan ditentukan berdasarkan nilai koefisien penentu atau koefisien determinasi (R^2) paling besar antara persamaan kurva linear (orde nol) dan persamaan kurva eksponensial (orde satu). Nilai R^2 yang mendekati satu menunjukkan bahwa hubungan nilai hasil pengamatan dengan model yang dipilih semakin dekat (Aunuddin, 1989). Kurva linear yang menunjukkan orde reaksi nol dan kurva eksponensial yang menunjukkan orde reaksi satu dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Laju Penurunan Intensitas Warna Merah Permen *Jelly* pada Penyimpanan Suhu Ruang Terpapar Cahaya, Suhu Ruang Tidak Terpapar Cahaya, Suhu Refrigerasi Terpapar Cahaya, dan Suhu Refrigerasi Tidak Terpapar Cahaya Orde 0



Gambar 2. Laju Penurunan Intensitas Warna Merah Permen *Jelly* pada Penyimpanan Suhu Ruang Terpapar Cahaya, Suhu Ruang Tidak Terpapar Cahaya, Suhu Refrigerasi Terpapar Cahaya, dan Suhu Refrigerasi Tidak Terpapar Cahaya Orde 1

Persamaan regresi intensitas warna merah permen *jelly* berdasarkan orde nol dan orde satu dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Persamaan Regresi dan Nilai Koefisien Determinasi (R^2) Intensitas Warna Merah Permen *Jelly* pada Orde 0 dan Orde 1

Orde Reaksi	Kondisi Penyimpanan	Persamaan Regresi	R^2
Orde 0	A (suhu ruang terpapar cahaya)	$y = 21,166 - 0,339x$	0,810
	B (suhu ruang tidak terpapar cahaya)	$y = 22,429 - 0,279x$	0,860
	C	$y = 25,894 - 0,175x$	0,806

	(suhu refrigerasi terpapar cahaya) D		
	(suhu refrigerasi tidak terpapar cahaya)	$y = 29,504 - 0,072x$	0,941
	A		
	(suhu ruang terpapar cahaya)	$y = 3,075 - 0,022x$	0,813
	B		
	(suhu ruang tidak terpapar cahaya)	$y = 3,118 - 0,015x$	0,891
Orde 1*	C		
	(suhu refrigerasi terpapar cahaya)	$y = 3,254 - 0,007x$	0,818
	D		
	(suhu refrigerasi tidak terpapar cahaya)	$y = 3,385 - 0,003x$	0,944

Ket: *data telah di Ln

Berdasarkan nilai R^2 dari kedua jenis persamaan orde nol dan orde satu dapat dilihat bahwa nilai R^2 kedua orde tersebut relative sama. Berdasarkan beberapa penelitian seperti Villota dan Hawkes (2007) yang menyatakan bahwa kinetika degradasi warna merah antosianin dijelaskan menggunakan orde reaksi satu dan akan menghasilkan hubungan yang linier antara lama penyimpanan terhadap intensitas warna merah ($\ln a^*$). Hal ini juga diperkuat oleh Hendry dan Houghton (1996) yang menyatakan bahwa degradasi antosianin berlangsung mengikuti orde reaksi satu. Hasil penelitian Ali (2011) juga menyatakan bahwa laju degradasi antosianin pada bubuk pigmen antosianin dari buah arben mengikuti orde reaksi satu. Oleh karena itu pada penelitian ini laju degradasi antosianin dipilih berdasarkan orde reaksi satu.

Penurunan intensitas warna merah mengikuti kinetika reaksi orde satu artinya penurunan intensitas warna merah pada permen *jelly* selama penyimpanan terjadi secara eksponensial yaitu intensitas warna merah menurun tetapi tidak akan pernah mencapai titik nol.

Berdasarkan Tabel 1, penurunan intensitas warna merah pada permen *jelly* memiliki hubungan yang cukup erat dengan kondisi penyimpanan. Hal ini dapat ditunjukkan dari nilai *slope* atau laju kemiringan garis pada semua persamaan regresi. Semakin besar nilai *slope* maka semakin tinggi pula pengaruh kondisi penyimpanan terhadap nilai intensitas warna merah. Permen *jelly* yang disimpan pada suhu ruang terpapar cahaya memiliki nilai *slope* sebesar 0,022. Nilai ini lebih besar dari ketiga perlakuan lainnya, artinya setiap pertambahan satu hari maka terjadi penurunan intensitas warna merah sebesar 0,022. Pernyataan ini menunjukkan bahwa suhu dan cahaya berperan dalam menurunkan intensitas warna merah permen *jelly*.

Degradasi antosianin pada permen *jelly* digambarkan dengan penurunan intensitas warna merah (a^*) selama 30 hari yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Penurunan a^* Permen *Jelly* pada Berbagai Perlakuan Selama 30 hari Penyimpanan

Perlakuan	Penurunan a^* (%)
A (Suhu Ruang Terpapar Cahaya)	58,18
B (Suhu Ruang Tidak Terpapar Cahaya)	43,16

C (Suhu Refrigerasi Terpapar Cahaya)	20,44
D (Suhu Refrigerasi Tidak Terpapar Cahaya)	7,23

Tabel 2 menunjukkan bahwa persentase penurunan nilai a^* pada permen *jelly* yang disimpan pada suhu ruang terpapar cahaya lebih besar dibandingkan dengan permen *jelly* yang disimpan pada tiga kondisi lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa antosianin lebih stabil pada suhu refrigerasi dan dalam keadaan tidak terpapar cahaya.

Hasil tersebut sesuai dengan pernyataan Jackman dan Smith (1996) dalam Hendry dan Houghton (1996) yang menyatakan bahwa cahaya memiliki energi tertentu yang dapat menstimulasi terjadinya reaksi fotokimia (fotooksidasi) dalam molekul antosianin sehingga menyebabkan terbentuknya senyawa yang tidak berwarna seperti kalkon. Pernyataan ini juga diperkuat oleh Markakis dalam Markakis (1982) yang menyatakan bahwa kerusakan antosianin dapat meningkat seiring dengan suhu yang meningkat. Hal ini dapat terjadi karena suhu yang meningkat menyebabkan terbukanya cincin aglikon pada antosianin sehingga terbentuk gugus karbinol dan kalkon yang tidak berwarna.

Pada pembuatan permen *jelly* ini dilakukan penambahan sirup glukosa, asam sitrat, dan sukrosa pada larutan gelatin. Menurut Meschter (1953) dikutip Markakis (1982) pengaruh reaksi gula yang terdapat dalam antosianin menghasilkan produk degradasi gula menjadi senyawa furfural dan 5-hidroksimetil furfural yang terbentuk ketika gula dipanaskan bersamaan dengan asam. Senyawa furfural ini akan berkondensasi dengan antosianin membentuk senyawa berwarna coklat yang menyebabkan semakin hari intensitas warna merah (a^*) dari permen *jelly* semakin berkurang.

Permen *jelly* merupakan sistem dispersi yang terdiri dari gelatin (fase pendispersi) dan air (fase terdispersi). Pigmen antosianin yang ditambahkan pada permen *jelly* akan terlarut dalam fase terdispersi dan ikut terperangkap dalam ikatan silang gelatin tersebut (Fennema, 1996). Meskipun antosianin terperangkap kuat dalam ikatan silang yang dibentuk oleh gelatin, antosianin dapat dengan mudah terdegradasi oleh gula yang berasal dari sukrosa yang ditambahkan pada pembuatan permen *jelly* dalam jumlah yang banyak. Oleh karena itu laju penurunan intensitas warna merah pada permen *jelly* lebih cepat dibandingkan dengan penurunan intensitas warna merah pada produk lain. Hal ini dapat dibandingkan dengan penelitian Kurniati (2011) yaitu nilai penurunan intensitas warna merah pada minuman ringan yang ditambahkan pigmen antosianin dari buah arben sebesar 10,39% pada penyimpanan suhu refrigerasi tidak terpapar cahaya, 20,98% pada penyimpanan suhu ruang tidak terpapar cahaya, dan 38,10% pada penyimpanan suhu ruang terpapar cahaya pada hari ke-30 penyimpanan.

3.1.2 Perubahan Warna (ΔE)

Intensitas warna merah yang terus menurun setiap harinya akan mengakibatkan perubahan warna pada permen *jelly*, hal ini juga diakibatkan oleh adanya degradasi antosianin selama penyimpanan. Total perubahan warna (ΔE) merupakan total perubahan L^* , a^* , dan b^* permen *jelly* yang diperoleh dari akar selisih rata-rata L^* yang dikuadratkan

ditambah dengan selisih rata-rata a^* dan b^* yang dikuadratkan. Nilai ΔE yang semakin tinggi menunjukkan bahwa semakin besar perubahan warna pada permen *jelly* dan berlaku sebaliknya (Hutchings, 1999). Rata-rata nilai ΔE permen *jelly* dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3. Rata-rata Nilai ΔE Permen *Jelly* pada Berbagai Kondisi Penyimpanan

Perlakuan	ΔE Hari Ke-30
A (Suhu Ruang Terpapar Cahaya)	14,62
B (Suhu Ruang Tidak Terpapar Cahaya)	10,90
C (Suhu Refrigerasi Terpapar Cahaya)	7,57
D (Suhu Refrigerasi Tidak Terpapar Cahaya)	7,65

Berdasarkan Tabel 3, nilai ΔE yang paling tinggi yaitu pada permen *jelly* yang disimpan pada suhu ruang terpapar cahaya dan yang paling rendah yaitu pada permen *jelly* yang disimpan pada suhu refrigerasi tidak terpapar cahaya. Suhu yang lebih tinggi menyebabkan nilai ΔE menjadi lebih tinggi begitu pula adanya cahaya menyebabkan nilai ΔE lebih tinggi. Peningkatan nilai ΔE menunjukkan bahwa pigmen antosianin semakin terdegradasi yang ditunjukkan dengan nilai kecerahan L^* yang semakin meningkat, a^* yang semakin menurun, dan b^* yang semakin naik.

Pernyataan ini sesuai dengan Rein (2005) yang menyatakan bahwa perubahan nilai ΔE pada antosianin dari jus stroberi dan arben cenderung meningkat lebih signifikan pada penyimpanan suhu yang lebih tinggi. Perubahan warna ini terjadi karena terbentuknya senyawa kalkon yang menyebabkan nilai ΔE yang meningkat. Jackman dan Smith (1996) dalam Hendry dan Houghton (1996) juga menyatakan bahwa cahaya memiliki energi tertentu yang dapat menstimulasi terjadinya reaksi fotokimia (fotooksidasi) dalam molekul antosianin sehingga menyebabkan terbentuknya senyawa yang tidak berwarna seperti kalkon yang mengakibatkan perubahan warna semakin tinggi.

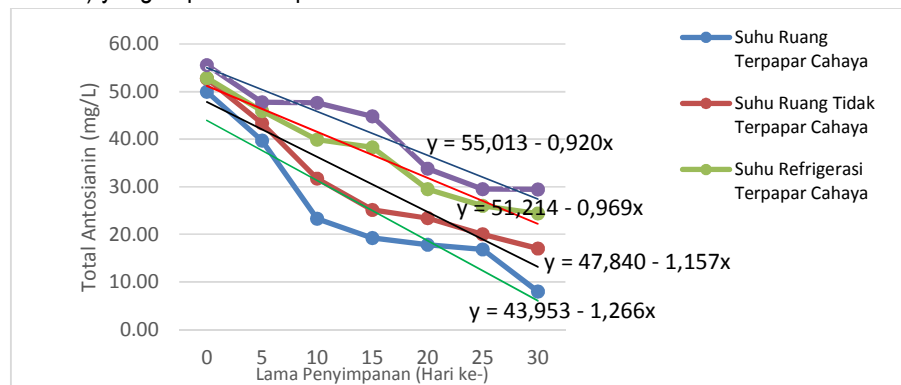
Tabel 3 menunjukkan bahwa cahaya dan suhu saling mempengaruhi penurunan warna pada permen *jelly*. Suhu merupakan hal yang lebih berpengaruh dibandingkan cahaya, dalam menurunkan intensitas warna merah. Hal ini dapat terlihat dari selisih nilai ΔE permen *jelly* yang disimpan pada suhu ruang terpapar cahaya dan suhu refrigerasi terpapar cahaya memiliki selisih sebesar 7,05, sedangkan selisih nilai ΔE pada permen *jelly* yang disimpan pada suhu ruang terpapar cahaya dan suhu ruang tidak terpapar cahaya memiliki selisih sebesar 3,70. Selisih nilai ΔE permen *jelly* yang disimpan pada suhu ruang tidak terpapar cahaya dan suhu refrigerasi tidak terpapar cahaya memiliki selisih sebesar 3,25, dan selisih nilai ΔE pada permen *jelly* yang disimpan pada suhu refrigerasi terpapar cahaya dan suhu refrigerasi tidak terpapar cahaya memiliki selisih sebesar 0,08.

Pernyataan ini juga sesuai dengan hasil penelitian Kurniati (2011) yang menyatakan bahwa perubahan warna minuman ringan yang disimpan pada suhu ruang yaitu sebesar 11,02 dan perubahan warna pada minuman ringan yang disimpan pada kondisi

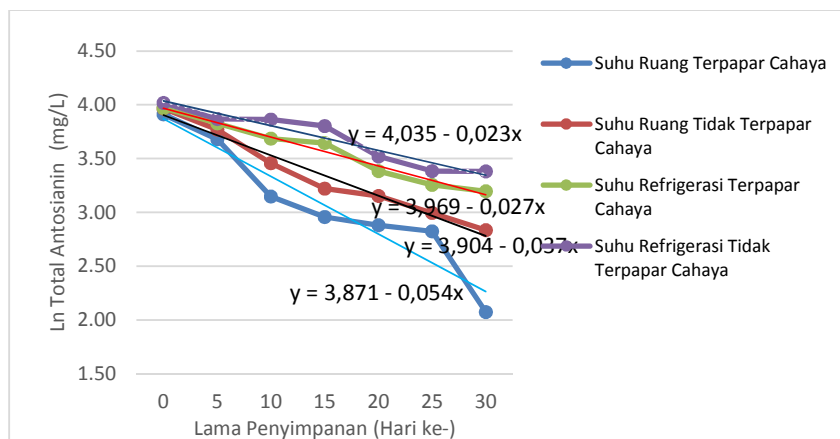
terpapar cahaya sebesar 10,56. Hasil penelitian Mastuti (2013) menunjukkan hal yang sama yaitu suhu menyebabkan perubahan intensitas warna ekstrak antosianin dari bunga telang yang lebih tinggi dibandingkan cahaya.

3.2 Total Antosianin

Total antosianin pada permen *jelly* selama penyimpanan mengalami penurunan yang disebabkan oleh pengaruh lingkungan termasuk suhu dan cahaya.. Penurunan total antosianin ini dapat dijelaskan berdasarkan orde reaksi. Penurunan total antosianin selama penyimpanan dapat diplotkan dalam bentuk kurva linear (orde nol) atau kurva eksponensial (orde satu) yang dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Laju Penurunan Total Antosianin Permen *Jelly* pada Penyimpanan Suhu Ruang Terpapar Cahaya, Suhu Ruang Tidak Terpapar Cahaya, Suhu Refrigerasi Terpapar Cahaya, dan Suhu Refrigerasi Tidak Terpapar Cahaya Orde 0



Gambar 4. Laju Penurunan Total Antosianin Permen *Jelly* pada Penyimpanan Suhu Ruang Terpapar Cahaya, Suhu Ruang Tidak Terpapar Cahaya, Suhu Refrigerasi Terpapar Cahaya, dan Suhu Refrigerasi Tidak Terpapar Cahaya Orde 1

Persamaan regresi total antosianin permen *jelly* berdasarkan orde nol dan orde satu dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Persamaan Regresi dan Nilai Koefisien Determinasi (R^2) Total Antosianin Permen *Jelly* pada Orde 0 dan Orde 1

Orde Reaksi	Kondisi Penyimpanan	Persamaan Regresi	R^2
Orde 0	A (suhu ruang terpapar cahaya)	$y = 43,953 - 1,266x$	0,873
	B (suhu ruang tidak terpapar cahaya)	$y = 47,840 - 1,157x$	0,910
	C (suhu refrigerasi terpapar cahaya)	$y = 51,214 - 0,969x$	0,971
	D (suhu refrigerasi tidak terpapar cahaya)	$y = 55,013 - 0,920x$	0,935
Orde 1*	A (suhu ruang terpapar cahaya)	$y = 3,871 - 0,054x$	0,916
	B (suhu ruang tidak terpapar cahaya)	$y = 3,904 - 0,037x$	0,971
	C (suhu refrigerasi terpapar cahaya)	$y = 3,969 - 0,027x$	0,978
	D (suhu refrigerasi tidak terpapar cahaya)	$y = 4,035 - 0,023x$	0,927

Ket: *data telah di Ln

Berdasarkan nilai R^2 dari kedua jenis persamaan dari reaksi orde nol dan orde satu dapat dilihat bahwa persamaan regresi orde satu memiliki nilai R^2 lebih besar dibandingkan dengan persamaan regresi orde nol. Oleh karena itu, dapat ditentukan bahwa laju degradasi antosianin pada permen *jelly* mengikuti reaksi orde satu. Hasil penelitian Syailendra (2011) menyatakan bahwa laju degradasi antosianin pada bubuk pigmen antosianin dari kubis merah mengikuti orde reaksi satu. Hal ini juga sesuai dengan penelitian Edgardo (2008) mengenai degradasi antosianin pada ekstrak rosella yang mengikuti reaksi orde satu. Debicki *et al* (1983) dikutip Heldman dan Lund (2007) mengindikasikan bahwa terjadinya degradasi cyanidin-3-glukosida pada jus blackberry mengikuti pola reaksi orde satu. Russu dan Valuiko (1980) dikutip Heldman dan Lund (2007) juga melaporkan bahwa terjadinya dekomposisi antosianin selama pemanasan suhu 20-100°C mengikuti kinetika reaksi orde satu.

Laju penurunan antosianin pada permen *jelly* dapat dikemukakan melalui penurunan nilai total antosianin yang disimpan pada berbagai kondisi penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Penurunan Nilai Total Antosianin Permen *Jelly* pada Berbagai Perlakuan Selama 30 Hari Penyimpanan

Perlakuan	Penurunan Total Antosianin (%)
A (Suhu Ruang Terpapar Cahaya)	84,11
B (Suhu Ruang Tidak Terpapar Cahaya)	67,68
C (Suhu Refrigerasi Terpapar Cahaya)	53,79
D (Suhu Refrigerasi Tidak Terpapar Cahaya)	47,06

Tabel 5 menunjukkan bahwa persentase penurunan nilai total antosianin pada permen *jelly* yang disimpan pada suhu ruang terpapar cahaya lebih besar dibandingkan dengan permen *jelly* yang disimpan pada tiga kondisi lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa antosianin lebih stabil pada suhu refrigerasi dan dalam keadaan tidak terpapar cahaya.

Penurunan nilai total antosianin pada permen *jelly* sangat besar apabila dibandingkan dengan penurunan intensitas warna merah permen *jelly* yang ditunjukkan pada Tabel 2. Hal ini dapat terjadi karena pada saat dilakukan preparasi ketika proses sentrifugasi untuk memisahkan padatan dengan ekstrak antosianin yang terdapat pada permen *jelly*, pigmen antosianin masih banyak yang tertinggal pada padatan yang terpisah dengan ekstrak antosianin. Pigmen antosianin dapat terikat dengan kuat karena terperangkap pada ikatan silang gelatin.

Berdasarkan Tabel 5, penurunan total antosianin pada permen *jelly* memiliki hubungan yang cukup erat dengan kondisi penyimpanan. Hal ini dapat ditunjukkan dari nilai *slope* atau laju degradasi antosianin permen *jelly* pada semua persamaan regresi. Semakin besar nilai *slope* maka semakin tinggi pula pengaruh kondisi penyimpanan terhadap degradasi antosianin. Permen *jelly* yang disimpan pada suhu ruang terpapar cahaya memiliki nilai *slope* sebesar 0,054 yang lebih besar dari ketiga perlakuan lainnya, yang artinya setiap pertambahan satu hari maka terjadi degradasi antosianin sebesar 0,054 M. Hal ini menunjukkan bahwa suhu dan cahaya berperan dalam menurunkan konsentrasi antosianin pada permen *jelly*.

Hasil tersebut sesuai dengan pernyataan Timberlake dan Bridle dalam Walford (1980) yaitu pada saat penyimpanan dingin, pembentukan kalkon yang tidak berwarna cenderung lebih lambat, sedangkan basa quinoidal (A) dan basa karbinol (B) dapat bertransformasi dengan cepat menjadi bentuk kationik (AH⁺) yang berwarna merah sehingga kadar antosianin lebih dapat dipertahankan. Pernyataan tersebut didukung oleh Jackman dan Smith (1996) mekanisme degradasi antosianin tergantung suhu. Suhu penyimpanan yang berkisar 25°C akan menurunkan kadar antosianin secara signifikan. Semakin tinggi suhu penyimpanan maka semakin cepat degradasi antosianin. Hal ini diperkuat oleh penelitian Maartushalihat (2007) menyatakan bahwa penurunan nilai absorbansi antosianin bunga kana tertinggi terjadi pada penyimpanan suhu ruang yaitu sebesar 94,33% sedangkan penurunan nilai absorbansi terendah terjadi pada penyimpanan suhu refrigerasi yaitu sebesar 73,06%.

Menurut Jackman dan Smith (1996), antosianin pada umumnya tidak tahan terhadap sinar UV dan cahaya tampak karena cahaya memiliki energi tertentu yang menstimulasi terjadinya reaksi fotooksidasi sehingga mampu mempercepat degradasi antosianin. Pernyataan ini diperkuat oleh Markakis (1982) bahwa cahaya dapat mempercepat degradasi antosianin melalui reaksi fotooksidasi dengan cara mempercepat pembukaan cincin aglikon pada antosianin yang diawali dengan pembukaan cincin karbon nomor 2 yang pada akhirnya membentuk senyawa seperti kalkon.

Penurunan nilai antosianin lebih dipengaruhi oleh suhu dibandingkan dengan cahaya. Hal ini dapat terlihat dari selisih nilai penurunan antosianin permen *jelly* yang

disimpan pada suhu ruang terpapar cahaya dan suhu refrigerasi terpapar cahaya memiliki selisih sebesar 30,32%, sedangkan selisih nilai penurunan antosianin pada permen *jelly* yang disimpan pada suhu ruang terpapar cahaya dan suhu ruang tidak terpapar cahaya memiliki selisih sebesar 16,43%. Selisih nilai penurunan antosianin permen *jelly* yang disimpan pada suhu ruang tidak terpapar cahaya dan suhu refrigerasi tidak terpapar cahaya memiliki selisih sebesar 20,62%, serta selisih nilai penurunan antosianin pada permen *jelly* yang disimpan pada suhu refrigerasi terpapar cahaya dan suhu refrigerasi tidak terpapar cahaya memiliki selisih sebesar 6,73%.

3.3 Pendugaan Umur Simpan Permen *Jelly*

Umur simpan merupakan lamanya penyimpanan suatu produk pada kondisi penyimpanan yang normal atau sesuai dan produk masih memiliki atau memberikan daya guna seperti yang diharapkan oleh produsen (Julianti, 2010). Pendugaan umur simpan pada permen *jelly* dapat ditentukan dengan menggunakan titik kritis intensitas warna merah pada produk. Titik kritis diperoleh dari hasil uji hedonik permen *jelly* yang ditambahkan beberapa konsentrasi pigmen antosianin dimana panelis sudah tidak menyukai warna permen *jelly* tersebut.

Pendugaan umur simpan dilakukan dengan menggunakan kinetika reaksi orde satu. Nilai titik kritis (a^*) permen *jelly* dengan penambahan pigmen antosianin dari ubi jalar ungu sebesar 11,49 dan $\ln a^*$ bernilai 2,441. Nilai $\ln a^*$ ini disubstitusikan ke dalam variabel y pada persamaan regresi orde satu sehingga umur simpan (variabel x) dapat diperoleh. Berdasarkan hasil substitusi tersebut, maka umur simpan permen *jelly* pada berbagai kondisi penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Umur Simpan Permen *Jelly*

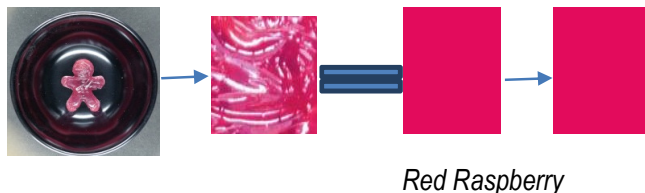
Kondisi Penyimpanan	Persamaan Regresi Intensitas Warna Merah Orde 1	Titik Kritis $\ln a^*$ (y)	Umur Simpan (Hari)	Umur Simpan (Bulan)
A (suhu ruang terpapar cahaya)	$y = 3,075 - 0,022x$	2,4415	29 hari	29 hari
B (suhu ruang tidak terpapar cahaya)	$y = 3,118 - 0,015x$		45 hari	1 bulan 15 hari
C (suhu refrigerasi terpapar cahaya)	$y = 3,254 - 0,007x$		116 hari	3 bulan 26 hari
D (suhu refrigerasi tidak terpapar cahaya)	$y = 3,385 - 0,003x$		315 hari	10 bulan 15 hari

Berdasarkan Tabel 6, permen *jelly* yang disimpan pada kondisi terpapar cahaya memiliki umur simpan yang relatif lebih singkat dari pada permen *jelly* yang disimpan pada kondisi tidak terpapar cahaya. Hasil ini menunjukkan bahwa cahaya dapat mempercepat terjadinya kerusakan antosianin sehingga akan memperpendek umur simpan permen *jelly*

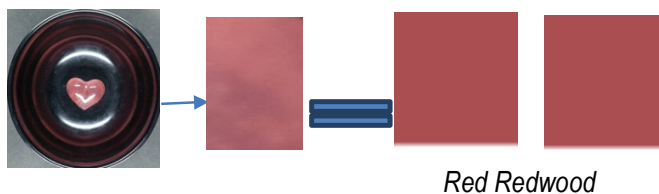
yang diberi pigmen antosianin dari ubi jalar ungu. Hal ini sesuai dengan pernyataan Jackman dan Smith dikutip oleh Hendry dan Houghton (1996) yang menyatakan bahwa cahaya merupakan faktor yang sangat berperan dalam degradasi antosianin. Hasil ini sesuai dengan Walford (1980) yang menyatakan bahwa pada kondisi penyimpanan dingin dan suasana asam, basa kuinoidal dan basa karbinol dapat bertransformasi dengan cepat membentuk kation flavilium, sedangkan pembentukan kalkon yang tidak berwarna cenderung lebih lambat.

Pernyataan ini didukung oleh penelitian Delfy (2011) yang menyatakan bahwa minuman ringan yang ditambahkan bubuk pigmen antosianin dari kubis merah yang disimpan pada kondisi suhu refrigerasi tidak terpapar cahaya memiliki umur simpan lebih lama dibandingkan minuman yang terpapar cahaya..

Penentuan titik kritis pada permen *jelly* menggunakan uji hedonik oleh panelis, dimana panelis menyatakan sudah tidak menyukai warna permen *jelly* yang memiliki nilai HUE sebesar $14,63^\circ$. Menurut Hutchings (1999) nilai HUE tersebut termasuk warna *Red Purple*. Berdasarkan karakter warna *Shades of Colors* permen *jelly* ini termasuk warna *Red Redwood*. Permen *jelly* sebelum disimpan memiliki nilai HUE sebesar $9,23^\circ$ yang menurut Hutchings (1999) termasuk warna *Red Purple* sedangkan berdasarkan karakter warna *Shades of Colors* termasuk warna *Red Raspberry*. Penentuan karakter warna ini dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6.



Gambar 5. Penentuan Karakter Warna pada Permen *Jelly* yang Disimpan pada Hari ke-0



Gambar 6. Penentuan Karakter Warna pada Permen *Jelly* yang sudah Tidak disukai

Panelis (Titik Kritis)

Perubahan karakter warna ini artinya bahwa warna permen *jelly* yang disimpan pada berbagai kondisi penyimpanan akan berubah dari warna awal yaitu *red raspberry* sampai pada *red redwood* selama 29 hari untuk permen *jelly* yang disimpan pada suhu ruang terpapar cahaya, 1 bulan 15 hari untuk permen *jelly* yang disimpan pada suhu ruang tidak terpapar cahaya, 3 bulan 26 hari untuk permen *jelly* yang disimpan pada suhu refrigerasi

terpapar cahaya, dan 10 bulan 15 hari untuk permen *jelly* yang disimpan pada suhu refrigerasi tidak terpapar cahaya.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

1. Kondisi penyimpanan terbaik bagi permen *jelly* yang ditambahkan pigmen antosianin terenkapsulasi dari ubi jalar ungu yaitu pada suhu refrigerator tidak terpapar cahaya yang ditunjukkan dengan penurunan intensitas warna merah sebanyak 7,23% selama 30 hari.
2. Umur simpan permen *jelly* diduga menggunakan titik kritis intensitas warna merah. Permen *jelly* yang disimpan pada suhu refrigerator tidak terpapar cahaya memiliki umur simpan selama 10 bulan 15 hari, permen *jelly* yang disimpan pada suhu refrigerator terpapar cahaya memiliki umur simpan selama 3 bulan 26 hari, permen *jelly* yang disimpan pada suhu ruang tidak terpapar cahaya memiliki umur simpan selama 1 bulan 15 hari, dan permen *jelly* yang disimpan pada suhu ruang terpapar cahaya memiliki umur simpan selama 29 hari.

4.2 Saran

Sebaiknya preparasi pengujian total antosianin dilakukan dengan menggunakan metode selain sentrifugasi sehingga hasil yang didapatkan lebih akurat dan tidak bias.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, A.H. 2011. Penentuan Umur Simpan Bubuk Pigmen Antosianin Terenkapsulasi dari Buah Arben (*Rubus idaeus* (Linn.)) dengan Metode Accelerated Shelf Life Test (ASLT). Skripsi. Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jatinangor.
- Chunhui, M., Y. 2012. Content and Color Stability of Anthocyanins Isolated from *Schisandra chinensis* Fruit. International Journal of Dairy Science 47:870-874.
- Delfy, M.H. 2011. Pengaruh Suhu dan Cahaya Terhadap Stabilitas Pigmen Antosianin Kubis Merah (*Brassica oleraceae* var *capita* L. f. *rubra*(L) Thell) Terenkapsulasi pada Minuman Ringan dan Jelly. Skripsi. Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jatinangor.
- Edgardo, R.G, Aurelio, D, dan Navarro, G.S. 2008. Thermal Kinetic Degradation of Anthocyanins in Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L. cv. Criollo) infusion. Available at www.blackwell-synergy.com/doi/pdf/10.1111/j.1365-2621.2006.01439.x (diakses pada tanggal 11 September 2014).
- Fennema, O.R. 1996. Food Chemistry. Marcel Dekker, New York.
- Giusti, M.M. dan R.E Worlsted. 2001. Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy. Oregon State University. Available at www.does.org/masterli/facsample.htm-37k. (diakses pada tanggal 15 April 2014).
- Heldman, D.R dan D.B Lund. 2007. Introduction to Food Engineering. Elsevier's Science and Technology, Oxford.

- Hendry, G.A.F dan J.D Houghton. 1996. Natural Food Colours dalam Natural Food Colorants. Blackie Academic and Professional, London.
- Hutchings, J.B. 1999. Food Color and Appearance. A Chapman and Hall Food Science Book. Aspen Publishers. Gaithersburg, Maryland.
- ISCC-NBS. 1995. Dictionary of Color Names. Available at www.wikipedia.org/wiki/List_of_colors:_A%E2%80%93 (diakses pada tanggal 23 Agustus 2014).
- Jackman, R.L. dan J.L Smith. 1996. Anthocyanins and Betalains. Blackie Academic and Professional, London.
- Julianti, E. 2010. Penentuan Umur Simpan dan Masa Kadaluarasa. Available at www.repository.usu.ac.id/penentuan_umur_simpan_dan_masa_kadaluarasa. (diakses pada tanggal 3 September 2014).
- Kopjar, M., P. Vlasta., D. Subaric, dan J. Babic. 2009. Prevention of Thermal Degradation of Red Currant Juice Anthocyanins by Phenolic Compounds Addition. Journal Food Science 1 (1): 24-30.
- Kurniati, E. 2011. Pengaruh Suhu dan Cahaya Terhadap Stabilitas Pigmen Antosianin Buah Arben (*Rubus idaeus* (Linn.)) Terenkapsulasi pada Minuman Ringan dan Jelly Selama Penyimpanan. Skripsi. Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jatinangor.
- Maartushalihat, E. 2007. Identifikasi dan Uji Stabilitas Pigmen Antosianin Buah Kana (*Canna coccinea* Mill) Merah Muda (Kajian Suhu dan Lama Pemanasan, Penambahan Logam, dan Kondisi Penyimpanan). Available at (diakses pada tanggal 25 Agustus 2014).
- Markakis, P. 1982. Anthocyanins as Food Additives dalam Anthocyanins as Food Colors. Academic Press, New York.
- Mastuti, E, G. Fristianingrum, dan Y. Andika. 2013. Ekstraksi dan Uji Kestabilan Warna Pigmen Antosianin dari Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) sebagai Bahan Pewarna Makanan. Jurnal Simposium Nasional RAPI XII - 2013 FT UMS: 44-51.
- Nielsen, S.R dan S. Holst. 2002. Developments in natural colourings. Dalam D.B. MacDougall. Colour in Food. Woodhead Publishing Limited, Boca Raton.
- Rein, M. 2005. Copigmentation Reactions and Color Stability of Berry Anthocyanins. Academic Dissertation. Department of Applied Chemistry and Microbiology. University of Helsinki, Helsinki.
- Syailendra, K.P. 2011. Penentuan Umur Simpan Bubuk Pigmen Antosianin Terenkapsulasi dari Kubis Merah (*Brassica oleraceae* var *capita* L. f *rubra*(L) Thell) dengan Metode Accelerated Shelf Life Test (ASLT). Skripsi. Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran. Jatinangor.
- Tensiska, E. Sukarminah dan D. Natalia. 2007. Ekstraksi Pewarna Alami dari Buah Arben (*Rubus idaeus*(Linn)) dan Aplikasinya pada Sistem Pangan. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan. Vol. XVIII No. 1. 2007: 25-31.
- Tjahjadi, C., S. Rahimah, dan H. Marta. 2008. Teknologi Pengolahan Cokelat dan Kembang Gula. Universitas Padjadjaran, Bandung.

-
- Villota, R dan J.G. Hawkes. 2007. Reaction Kinetics in Food System. CRC Press, New York.
- Walford, J. 1980. Colours dalam Development in Softdrink Technologies-1. Green, L. F (ed.). Applied Science Publisher Ltd, London.
- Widjarnako, S.B. 2008. Efek Pengolahan Terhadap Komposisi Kimia dan Fisik Ubi Jalar Ungu dan Kuning. Available at: <http://simonbwidjarnako.wordpress.com> (diakses pada tanggal 6 Maret 2014).
- Wijaya, C.H dan N. Mulyono. 2009. Bahan Tambahan Pangan: Pewarna. IPB Press, Bogor.
- Yam, K.L dan S.E Papadakis. 2004. A Simple Digital Imaging Method for Measuring and Analyzing Color of Food Surfaces. Food Engineering Elsevier Ltd, Amsterdam.

T1-TI 07

PEMBUATAN SUSU KEDELAI BUBUK METODE *FOAM MAT DRYING* DENGAN VARIASI PENAMBAHAN DEKSTRIN DAN SUHU PENGERINGAN

Sabarudin¹, Kusumastuti², Maria Ulfah²,
Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian,
Institut Pertanian STIPER Yogyakarta

thp_instiper_jogja@yahoo.co.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan dekstrin dan suhu pengeringan dengan cara *foam mat drying* pada pembuatan susu kedelai bubuk dan untuk mendapatkan konsentrasi dekstrin dan suhu pengeringan yang tepat untuk mendapatkan hasil yang terbaik. Percobaan ini menggunakan Rancangan Blok Lengkap Teracak (RBL) dengan dua faktor dan dua ulangan. Faktor pertama adalah penambahan dekstrin (D), terdiri dari 4 taraf, yaitu : konsentrasi 0% (D₁), konsentrasi 5% (D₂), konsentrasi 10% (D₃), dan konsentrasi 15% (D₄). Faktor kedua adalah suhu pengering (T), terdiri dari dua taraf, yaitu : suhu 50°C (T₁) dan suhu 70°C (T₂). Susu kedelai yang dihasilkan dianalisis rendemen, kelarutan, kadar air, kadar protein, kadar lemak, pH, kesukaan aroma, warna, dan rasa susu kedelai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kesukaan keseluruhan tertinggi (4,17 = netral) terdapat pada susu kedelai bubuk dengan penambahan dekstrin 10% (B₃) yang didukung oleh rendemen 106,77%, kelarutan 73,56%, kadar air 4,17% bb, kadar protein 6,50% bk, kadar lemak 16,08% bk, dan pH 6,78. Kesukaan keseluruhan tertinggi (3,83 = agak tidak suka) terdapat pada susu kedelai bubuk dengan suhu pengeringan 50°C (A₁) yang didukung oleh rendemen 86,65%, kelarutan 63,53%, kadar air 4,72% bb, , kadar protein 6,53% bk, kadar lemak 16,71% bk, dan pH 6,80. Kata kunci : *foam mat drying*, susu kedelai bubuk, dekstrin, suhu pengeringan

PENDAHULUAN

Susu kedelai adalah cairan hasil ekstraksi biji kedelai dengan menggunakan air panas. Susu kedelai dapat digunakan sebagai alternatif pengganti susu sapi karena mengandung gizi yang hampir sama dengan harga yang lebih murah. Protein susu kedelai memiliki susunan asam amino yang hampir sama dengan susu sapi. Kandungan protein susu kedelai mencapai 1,5 kali protein susu sapi. Selain itu, susu kedelai juga mengandung lemak, karbohidrat, kalsium, fosfor, zat besi, vitamin A, vitamin B1 vitamin B2, dan isoflavon. Kandungan asam lemak tak jenuh pada susu kedelai lebih besar serta tidak mengandung kolesterol.

Susu kedelai memiliki sifat mudah rusak karena adanya kandungan air yang cukup tinggi dan adanya nutrisi yang dapat memacu aktivitas enzim dan aktivitas mikroba sehingga

¹ Alumni Jurusan Teknologi Hasil Pertanian FTP-INSTIPER

² Dosen Jurusan Teknologi Hasil Pertanian FTP-INSTIPER

daya simpan susu ini relatif pendek yaitu hanya bertahan selama 1 hari di suhu ruang dan apabila disimpan dalam suhu dingin (kulkas) mampu bertahan selama 7 hari (Panggabean, 2012). Untuk meningkatkan daya simpan susu kedelai dan untuk mempertahankan nutrisi yang ada dalam susu kedelai perlu dilakukan pengolahan lebih lanjut antara lain dengan pendinginan, pengeringan, dan pengawetan dengan bahan pengawet.

Pembuatan susu kedelai bubuk dapat dilakukan dengan teknologi tinggi dengan menggunakan alat yang canggih seperti metode "*freeze drying*" (pengeringan beku) dan "*spray drying*" (pengeringan semprot), namun alat ini cukup mahal sehingga tidak terjangkau oleh kelompok tani atau industri rumah tangga. Salah satu teknologi pengeringan yang dapat menggantikan *spray drying* dan *freeze drying* adalah teknologi *foam-mat drying* (pengeringan busa).

Foam-mat drying adalah teknik pengeringan produk berbentuk cairan dan peka terhadap panas melalui teknik pembusaan dengan penambahan zat pembuih (Kumalaningsih, dkk.2005). Pembuatan susu kedelai bubuk memerlukan *filler* sebagai bahan pengisi dengan tujuan untuk mempercepat pengeringan, mencegah kerusakan akibat panas, melapisi komponen *flavour*, meningkatkan total padatan dan untuk memperbesar volume. *Filler* yang biasa digunakan adalah dekstrin. Dekstrin merupakan polisakarida yang dihasilkan dari hidrolisis pati, berbentuk tepung dan berwarna putih dengan sifat larut dalam air, memiliki kekentalan relatif rendah dan harganya relatif murah.

Bahan lain yang dibutuhkan dalam pembuatan bubuk dengan metode *foam-mat drying* adalah bahan pembusa. Septiawati (2001) menggunakan busa putih telur dengan konsentrasi 5% pada pembuatan sari wortel instan dan Suryanto (2000) menggunakan busa putih telur sebanyak 2% pada pembuatan bubuk sari buah sirsak dengan metode pengeringan busa.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi penambahan dekstrin dan suhu pengeringan terhadap minuman susu kedelai bubuk yang dihasilkan. Selain itu untuk mengetahui penambahan dekstrin dan suhu pengeringan yang tepat sehingga dihasilkan susu kedelai bubuk yang memiliki kualitas yang diterima konsumen.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan susu kedelai bubuk adalah kacang kedelai kuning, dekstrin (teknis) sebagai bahan pengisi (*filler*), putih telur sebagai bahan pembusa dan garam untuk menambah citarasa serta bahan-bahan untuk analisis kimia yaitu asam borat, HCl, larutan NaOH, aquadest, H₂SO₄, Petroleum Ether, Na₂SO₄, katalisator, indikator pp.

Alat-alat yang digunakan meliputi : alat pembuatan susu kedelai cair, , loyang, oven. Sedangkan untuk analisis : alat gelas, labu Kjeldahl, tabung Mojonnier, pH meter, dan Sokhlet

Rancangan percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Blok Lengkap (RBL) dengan 2 faktor perlakuan yaitu penambahan dekstrin (kontrol, 5%, 10%, 15%) dan suhu pengering (50°C , 70°C). Data yang diperoleh dihitung secara statistic dengan analisis varian dan apa bila ada perbedaan yang nyata antar perlakuan.

Pembuatan Susu Kedelai Bubuk

Kedelai di sortasi sebanyak 125 g, kemudian direndam selama 8 jam. Setelah selesai perendaman biji kedelai dicuci dengan air bersih kemudian direbus selama 20 menit suhu 95°C , selanjutnya kulit ari dikupas dan dibersihkan. Kedelai bersih yang diperoleh kemudian digiling sampai berbentuk bubur kedelai, pada saat penggilingan ini ditambahkan air sebanyak 1 liter untuk 125 g biji kedelai kering. Bubur kedelai yg diperoleh disaring dengan kain blacu dan dilakukan pada saat keadaan bubur kedelai masih panas. Cairan susu kedelai mentah yang diperoleh dimasak sampai mendidih selama ± 30 menit suhu 86°C . Pada saat pemasakan ini ditambahkan garam 2 %.Susu kedelai yang diperoleh ditambah putih telur sebanyak 2% dan bahan pengisi berupa dekstrin (0%, 5%, 10%, 15%). Kemudian campuran bahan dikocok dengan “mixer” kecepatan 3 selama 5 menit. Busa susu yang terbentuk dituang pada loyang dengan ukuran 18 x 18 cm, tiap loyang diisi susu kedelai sebanyak 100 ml kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu (50°C , 70°C) hingga diperoleh susu kedelai kering yang ditandai terbentuknya lapisan kering yang terkelupas dengan sendirinya. Susu kedelai kering yang diperoleh kemudian dikecilkan ukurannya dengan blender sehingga diperoleh bubuk susu kedelai. Bubuk yang telah diperoleh diayak dengan ayakan 45 mesh. Produk susu kedelai bubuk dianalisis kadar lemak, kadar protein, kadar air, keasaman (pH), analisa kelarutan bahan, dan uji kesukaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil percobaan yang diperoleh dianalisis secara kima dan organoleptik. Hasilnya disajikan pada Tabel 1 berikut ini.

Sifat Fisik Kimia Susu Kedelai Bubuk**Kelarutan**

Tabel 1 menunjukkan bahwa penambahan dekstrin berpengaruh terhadap kelarutan susu kedelai bubuk yang dihasilkan. Kelarutan susu kedelai bubuk terendah didapatkan dari perlakuan penambahan dekstrin 0% (D_1) dengan nilai 48,50%, sedangkan rerata kelarutan susu kedelai bubuk tertinggi pada perlakuan penambahan dekstrin 15% dengan nilai 77,94%. Semakin tinggi penambahan dekstrin maka kelarutan susu kedelai bubuk akan semakin tinggi.

Tabel 1. Hasil analisis fisik dan kimia susu kedelai bubuk

Penambahan dekstrin	Kelarutan (%)	Kadar airwb (%)	Kadar protein db (%)	Kadar lemak db (%)	pH
D1 (0%)	48,50 ^d	4,87 ^a	5,59 ^d	20,60 ^a	6,84 ^a
D2 (5%)	63,99 ^c	4,15 ^b	6,95 ^a	19,39 ^b	6,83 ^b
D3 (10%)	73,56 ^b	4,17 ^b	6,50 ^b	16,08 ^c	6,78 ^c
D4 (15%)	77,94 ^a	3,96 ^b	6,07 ^c	11,00 ^d	6,77 ^d
Suhu pengeringan					
T1 (50°C)	63,53 ^a	4,72 ^p	6,53 ^p	16,71	6,80
T2 (70°C)	68,47 ^p	3,86 ^q	6,02 ^q	16,82	6,81

Keterangan : Rerata yang diikuti huruf berbeda pada tiap kolom menunjukkan beda nyata dengan uji Duncan jenjang nyata 5%

Hal ini disebabkan karena dekstrin merupakan golongan pati yang memiliki daya larut lebih tinggi dari pada pati. Hal ini sesuai dengan pernyataan Lineback dan Inlett (1982), bahwa dekstrin bersifat sangat larut dalam air panas atau dingin, dengan viskositas yang relatif rendah. Sifat tersebut akan mempermudah penggunaan dekstrin bila dipakai dalam penambahan yang cukup tinggi.

Berdasarkan analisis kelarutan dapat dilihat bahwa suhu pengeringan berpengaruh terhadap kelarutan susu kedelai bubuk yang dihasilkan. Suhu pengeringan yang lebih tinggi, kelarutan lebih besar. Hal ini disebabkan karena suhu pengeringan berhubungan dengan kadar air bahan, semakin tinggi kadar air, kelarutan cenderung semakin kecil, karena jika kadar air susu bubuk tinggi maka akan terbentuk gumpalan-gumpalan sehingga dibutuhkan waktu yang lama untuk memecah ikatan antar partikel dan kemampuan produk untuk larut menurun. Hal ini sesuai dengan data kadar air susu kedelai bubuk yang dihasilkan dalam penelitian ini.

Kadar air

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa penambahan dekstrin berpengaruh nyata terhadap kadar air susu kedelai bubuk yang dihasilkan. Semakin banyak dekstrin yang ditambahkan maka kadar air akan semakin rendah, hal ini karena penambahan dekstrin yang semakin meningkat akan mengikat air yang ada pada susu kedelai sehingga kadar air bebas yang terukur semakin rendah. Warsiki (1995), mengemukakan bahwa penambahan dekstrin dari 5-15% akan menurunkan kadar air, meningkatkan rendemen dan densitas kamba. Ditambahkan oleh Al Kahtani dan Hassan (1990) dalam Wiyono (2007), penambahan bahan pengisi akan meningkatkan jumlah total padatan dalam bahan sehingga jumlah air pada bahan yang dikeringkan akan semakin sedikit.

Suhu pengeringan yang lebih tinggi juga akan menurunkan kadar air susu kedelai bubuk, karena semakin tinggi suhu pengeringan maka kadar air bahan akan semakin rendah. Hal ini sesuai pernyataan Desrosier (1988), bahwa faktor-faktor yang

mempengaruhi kecepatan pengeringan produk pangan antara lain adalah suhu pengeringan yang digunakan, lama pengeringan, metode pengeringan, sifat dan bentuk bahan.

Kadar protein

Tabel 1 menunjukkan bahwa penambahan dekstrin, hasilnya kadar protein susu kedelai bubuk lebih tinggi dibandingkan tanpa penambahan dekstrin. Hal ini terjadi karena perlakuan tanpa penambahan dekstrin pada pembuatan susu kedelai bubuk membutuhkan waktu pengeringan ± 18 jam sedangkan perlakuan tanpa penambahan dekstrin hanya berlangsung ± 13 jam. Akibat lama waktu pengeringan ini diduga menyebabkan senyawa tertentu yang mengandung nitrogen (N) menguap sehingga menurunkan kadar protein susu kedelai bubuk yang dihasilkan.

Penambahan dekstrin hingga 5% memberikan kadar protein tertinggi setelah itu kadar protein semakin menurun dengan meningkatnya penambahan dekstrin, hal ini dikarenakan semakin banyak dekstrin yang ditambahkan, maka persen protein dalam susu kedelai akan lebih rendah.

Semakin tinggi suhu pengeringan, kadar protein susu kedelai bubuk semakin rendah, ini disebabkan karena semakin tinggi suhu pengeringan maka kecepatan laju pengeringan akan semakin meningkat sehingga diduga ada senyawa N lain dari susu kedelai bubuk yang teruapkan bersama-sama dengan menguapnya air bahan. Penentuan kadar protein dalam analisis ini dihitung dari kadar N total.

Kadar lemak

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa penambahan dekstrin berpengaruh nyata terhadap kadar protein susu kedelai bubuk yang dihasilkan. Kadar lemak susu kedelai bubuk dengan penambahan dekstrin berkisar antara 11,00% - 20,60%. Rerata kadar lemak susu kedelai bubuk terendah didapatkan pada penambahan dekstrin 15% sebesar 11,00%, sedangkan rerata kadar lemak susu kedelai bubuk tertinggi pada penambahan dekstrin 0% sebesar 20,60%. Penambahan dekstrin yang semakin banyak menyebabkan kadar lemak susu kedelai bubuk lebih rendah. Hal ini terjadi karena semakin banyak dekstrin yang ditambahkan, maka total padatan akan lebih besar, sehingga kadar lemak dari susu kedelai bubuk akan semakin rendah.

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa suhu pengeringan tidak berpengaruh terhadap kadar lemak susu kedelai bubuk. Hal ini karena suhu pengeringan pada pembuatan susu kedelai bubuk masih dibawah titik didih minyak, sehingga senyawa asam lemak dalam susu kedelai bubuk yang dihasilkan tidak mengalami penguapan. Minyak kedelai mengandung $\pm 85\%$ asam lemak tidak jenuh (asam linoleat dan asam oleat). Titik didih asam linoleat dan asam oleat masing-masing adalah 234°C dan 360°C (Anonim, 2014).

Keasaman (pH)

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa penambahan dekstrin berpengaruh nyata terhadap keasaman susu kedelai bubuk yang dihasilkan. Semakin tinggi penambahan dekstrin pH

susu kedelai bubuk semakin rendah..Hal ini karena dekstrin merupakan salah satu produk hidrolisis zat pati, berbentuk serbuk amorf berwarna putih sampai kekuningan kuningan dengan derajat keasaman 5 - 8 (Anonim, 1992).

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa suhu pengeringan tidak berpengaruh terhadap pH susu kedelai bubuk yang dihasilkan. Hal ini karena suhu pengeringan yang digunakan tidak menyebabkan reaksi yang dapat menyebabkan terbentuknya asam.

Uji Kesukaan Susu Kedelai Bubuk

Uji organoleptik kesukaan diberi skor dari 4= sangat suka sampai skor 1 sangat tidak suka. Hasil analisis disajikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil analisis organoleptik susu kedelai bubuk

Penambahan dekstrin	Kesukaan aroma (skor)	Kesukaan warna (skor)	Kesukaan rasa (skor)	Rerata uji kesukaan (skor)
D1 (0%)	3,67	2,81 ^d	3,04	3,17
D2 (5%)	3,99	4,15 ^c	3,17	3,77
D3 (10%)	4,28	4,74 ^a	3,49	4,17
D4 (15%)	3,89	4,47 ^b	3,59	3,98
Suhu pengeringan				
T1 (50°C)	3,92	4,22 ^p	3,34	3,83
T2 (70°C)	4,00	3,86 ^q	3,3	3,72

Keterangan: Rerata yang diikuti dengan huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan beda nyata dengan Uji Duncan jenjang nyata 5%

Kesukaan aroma

Hasil analisis uji kesukaan aroma susu kedelai bubuk menunjukkan bahwa perlakuan penambahandekstrin tidak berpengaruh terhadap aroma susu kedelai bubuk yang dihasilkan, hal ini dikarenakan dekstrin merupakan senyawa golongan pati yang tidak beraroma (netral).

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa suhu pengeringan tidak berpengaruh terhadap aroma susu kedelai bubuk yang dihasilkan, hal ini karena suhu pengeringan yang digunakan dalam pembuatan susu kedelai bubuk metode *foam-mat drying* relatif rendah sehingga diduga senyawa flavor dari susu kedelai dapat dipertahankan.

Kesukaan warna

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa penambahan dekstrin berpengaruh terhadap warna susu kedelai bubuk yang dihasilkan. Susu kedelai bubuk dengan penambahan dekstrin 10% mempunyai nilai kesukaan warna yang lebih tinggi dibandingkan penambahan dekstrin 0%, 5 %, dan 15 %. Hal ini disebabkan karena pada penambahan dekstrin 0% dan 5 % memberikan warna kuning keputihan, sedangkan penambahan dekstrin 15% memberikan warna putih pada susu kedelai bubuk yang dihasilkan, sehingga penambahan

dekstrin pada konsentrasi ini kurang disukai panelis. Penambahan dekstrin 10% memberikan warna putih kekuningan, yang lebih disukai panelis.

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa penggunaan suhu pengeringan berpengaruh terhadap warna susu kedelai bubuk yang dihasilkan. Suhu pengeringan 50°C memberikan nilai kesukaan warna lebih tinggi daripada suhu 70°C. Hal ini disebabkan karena dekstrin merupakan karbohidrat yang dengan peningkatan suhu pengeringan akan memacu proses pencoklatan *non enzimatis (reaksi Maillard)*. Desrosier (1988), menyatakan bahwa suhu tinggi menyebabkan reaksi pencoklatan dari gula dan asam amino (*reaksi Maillard*) makin meningkat yang berpengaruh terhadap warna yang tidak diinginkan pada bahan makanan.

Kesukaan rasa

Hasil uji kesukaan menunjukkan bahwa rerata skor kesukaan panelis terhadap rasa susu kedelai bubuk dengan variasi penambahan dekstrin dan suhu pengering berkisar antara 2,30 - 3,85 (tidak suka – agak tidak suka).

Dari Tabel 2 diatas dapat diketahui bahwa penambahan dekstrin tidak berpengaruh terhadap rasa susu kedelai bubuk yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena dekstrin merupakan senyawa golongan pati yang tidak memiliki rasa (tawar).

Suhu pengeringan tidak berpengaruh terhadap kesukaan rasa susu kedelai bubuk yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena penggunaan suhu pengeringan ditujukan untuk mengurangi kadar air susu kedelai sampai kadar tertentu.

KESIMPULAN

Penambahan dekstrin berpengaruh terhadap, kadar air, keasaman(pH), kadar protein, kadar lemak dan kelarutan susu kedelai bubuk yang dihasilkan.

Suhu Pengeringan yang digunakan berpengaruh terhadap kadar air, kadar protein, dan kelarutan, tetapi tidak berpengaruh terhadap, pH, dan kadar lemak susu kedelai bubuk yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2014. *Titik Didih Asal Lemak*. <http://Wikipedia.com>. diakses 15 february 2014
- Desrosier, N.W. 1988. *Teknologi Pengawetan Pangan*. (terjemaahan Muchji Muljohardjo). UI – Press, Jakarta.
- Hartoyo, T, 2005. *Susu Kedelai*. Trubus Agrisarana, Surabaya.
- Karim, A.A. dan Wai,C.C, 1999. *Foam-mat Drying Starfruit (Averrhoa carambola L.) puree*. Stability and air drying characteristics. J Food Chemistry.
- Kriswiyanti, 2006. *Pengeringan Jambu Biji Dengan Metode Foam Mat Drying*. Skripsi Jurusan Teknik Kimia. Fakultas Teknik UNS, Solo
- Panggabean D.J.F., 2012. *Upaya Peningkatan Stabilitas Susu Kedelai Menggunakan Cmc Dan Karagenan Dengan Konsentrasi Yang Berbeda*. Skripsi Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Stiper, Yogyakarta.

-
- Ramadhia Muflihah, (2012). *Pembuatan Tepung Lidah Buaya Dengan Metode Foam-Mat Drying*. Teknologi Pertanian. Politeknik Negri Pontianak, Kalimantan Barat.
- Santoso Budi Hieronymus. (1994). *Susu dan Yogurt Kedelai*. Kanisius, Yogyakarta.
- Septinawati, N. 2001. *Pembuatan Sari Wortel Instan Menggunakan Metode Foam Mat Drying Kajian Blanching Dan Konsentrasi Dekstrin Dan Analisis Break Event Point (BEP) dan Payback Periode (PP)*. Skripsi TIP FTP Universitas Brawijaya, Malang.
- Sudarmadji, S., B. Haryono, Suhardi, 1997. *Prosedur Analisis Untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty, Yogyakarta.
- Suryato, R. 2000. *Pembuatan Bubuk Sari Buah Sirsak (Anonim Muricara 1) Dari Bahan Baku Pasta Dengan Metode Foam Mat Draying, Kajian Suhu Pengeringan, Konsentrasi Dekstrin, Dan Lama Penyimpanan Bahan Baku Pasta*. Tesis FTP Universitas Brawijaya, Malang.
- Winarno F.G. 1993. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Wiyono, R. 2007. *Studi Pembuatan Serbuk Effervescent Temulawak Kajian Suhu Pengering, Konsentrasi Dekstrin, Konsentrasi Asam Sitrat, Dan Na-Bikarbonat*. Skripsi Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang

T1-TI 08

PENGERINGAN JAGUNG PADA PENERING UNGGUN TERFLUIDAKAN DAN SIMULASI PEMBESARAN KE SKALA INDUSTRI

Drying Corn in Fluidized Bed and Scale-Up in Industrial Scale

Suherman Suherman, Dyah Hesti Wardhani, Andri Cahyo Kumoro
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia

*Email: suherman@undip.ac.id

ABSTRACT

An industrial-scale fluid bed dryer for corn was developed by scale-up lab-scale experimental data using two phase fluid bed model. The lab-scale batch fluid bed dryer was used to determine the drying curve of the corn (X_{in} 0.43 kg/kg dry base). The experimental works was performed by varying inlet air temperature ($^{\circ}\text{C}$): 55; 65; 75. The drying rate curves as a function of moisture content showed only decreasing drying rate period. A very good agreement between the measured and simulation results of the profile of moisture content in solids was produced by simulator. Then, a simulation of continuous fluidized bed dryer for corn with dimension 5 m of length and 1.5 of width. The simulation was successfully conducted by varying the influence of mass solid flow rate 0.1; 0.2; 0.4 tons/h, height of bed 0.25; 0.50; 0.75 m, and air temperature 55; 65; 75 $^{\circ}\text{C}$ on drying process. Keywords: corn, drying, fluid bed, simulation, modelling.

ABSTRAK

Pengeringan unggun fluidisasi skala industri untuk jagung telah dikembangkan melalui proses pembesaran data eksperimen skala laboratorium. Pengeringan fluidisasi batch skala laboratorium digunakan untuk menentukan kurva pengeringan jagung (X_{in} 0,43 kg/kg, basis kering). Eksperimen dilakukan dengan variasi suhu udara pengering ($^{\circ}\text{C}$): 60; 70; 80. Kurva laju pengeringan versus kadar air menunjukkan hanya ada periode laju pengeringan menurun. Hasil validasi simulator menunjukkan kesesuaian sangat baik mengenai profil kadar air padatan antara hasil simulasi dan pengukuran. Selanjutnya, simulasi pengeringan unggun fluidisasi kontinyu skala industri dengan dimensi panjang 5 m dan lebar 1,5 m. Simulasi berhasil dilakukan dengan melakukan variasi pengaruh laju alir padatan 0.1; 0.2; 0.4 ton/jam, tinggi bed 0.25; 0.50; 0.75 m, dan suhu udara pengering 55; 65; 75 $^{\circ}\text{C}$ terhadap proses pengeringan. Kata kunci: jagung, pengeringan, unggun fluidisasi, simulasi, pemodelan.

PENDAHULUAN

Selama ini, UKM Jagung mengeringkan produknya dilakukan secara tradisional, dimana jagung dijemur di bawah sinar matahari sampai kadar air berkisar 9-11 % selama 7-8 hari. Penjemuran dapat dilakukan di lantai, dengan alas anyaman bambu atau dengan cara diikat dan digantung. Proses pengeringan ini sangat tergantung cuaca, kapasitas

produksi terbatas, kualitas jagung rendah dan kurang higienis. Sehingga perlu segera dicarikan solusi perancangan alat pengering yang murah dan mudah pengoperasiannya.

Menurut standar SNI 3920:2013 mengenai kualitas jagung, kadar air maksimum di jagung adalah 14% (basis basah), atau 16% (basis kering). Sementara itu, kandungan air jagung baru dipanen bervariasi antara 33 - 40 % basis kering (Soponronnariti dkk, 1997). Pada kondisi ini dan dibawah cuaca panas dan humid, *aspergillus flavus* sangat mudah menginfeksi dan tumbuh di biji jagung kemudian memproduksi racun aflatoxin (Wongurai dkk, 1992), sehingga jagung seharusnya segera dikeringkan sampai kadar 22 - 23% dalam waktu 1-2 hari (Prachayawarakorn dkk, 1995). Aflatoxin ini sangat beracun bagi manusia dan hewan. Serangan jamur ini dapat menurunkan daya kecambah, mengubah warna, menimbulkan bau apek, menyebabkan susut bobot, mengubah kandungan kimia atau nutrisi, serta menyebabkan kontaminasi mikotoksin. Sementara itu, pengeringan jagung dengan suhu terlalu tinggi menimbulkan kerusakan lain seperti perubahan warna, keriput, melepuh, kembung, bengkak, atau stres retak.

Karakteristik utama pengeringan jagung dan pengaruhnya terhadap kualitas adalah: (i) perpindahan air di dalam biji jagung dipengaruhi oleh difusi internal (Soponronnariti, dkk, 1997); (ii) suhu udara pengering sangat mempengaruhi laju pengeringan, laju udara pengering kurang signifikan mempengaruhi laju pengeringan, sedangkan relative humiditas (RH) udara pengering tidak signifikan mempengaruhi laju pengeringan (Soponronnariti, dkk, 1997); (iii) semakin tinggi suhu udara pengeringan dan semakin rendah kadar air pada biji jagung, maka prosentase retak biji jagung semakin besar (Soponronnariti, dkk, 1999); (iv) distribusi air di dalam biji jagung tidak dalam bentuk flat atau tidak seragam (Tolaba, dkk, 1999); (v) perendaman biji jagung ke dalam larutan ethyl oleate dan potassium carbonate meningkatkan laju pengeringan (Doymaz dan Pala, 2003); (vi) semakin tinggi suhu udara pengeringan maka kadar starch jagung akan semakin rendah (Haros, dkk, 2003; Malumba dkk, 2009); (vii) simulasi pengeringan jagung dengan bantuan mikrowave akan meningkatkan laju pengeringan jauh lebih cepat dibandingkan hanya secara panas konvektif (Bihercz, dkk, 2007); (viii) proses pengeringan dengan cara dua tahap memberikan peningkatan kualitas biji jagung dan efisiensi pengeringan (Jittanit, dkk, 2010); (ix) simulasi pengeringan secara intermittent akan menurunkan prosentase stress retak biji jagung dan meningkatkan efisiensi energi pengering (Takhar, 2011); (x) koefisien perpindahan panas konvektif pengeringan biji jagung sebesar $1,04 \text{ W/m}^2\text{C}$ (Sahdev, dkk, 2013). Berdasarkan data kinetika dan termodinamika ini, maka jenis pengering yang paling cocok untuk jagung ini adalah pengering fluidisasi (Soponronnariti, dkk, 1997; Tolaba, dkk, 1999; Doymaz dan Pala, 2003; Haros, dkk, 2003; Malumba dkk, 2009; Jittanit, dkk, 2010). Pemilihan jenis pengering unggul fluidisasi karena memiliki laju pengeringan sangat cepat, kendali suhu sangat baik, kualitas produk seragam, kapasitas produksi yang tinggi, biaya inventasi murah, dan pengoperasian alat mudah (Law dan Mujumdar, 2006; Suherman, 2007; Groenewold dan Tsotsas, 2007; Suherman, dkk, 2013).

Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dilakukan studi penurunan kurva pengeringan jagung partikel tunggal dari data eksperimen pengering unggun terfluidakan. Selanjutnya data ini digunakan untuk proses scale-up alat pengering skala industri.

BAHAN DAN METODE

Eksperimen dilangsungkan menggunakan pengering unggun fluidisasi (FBD) skala laboratorium (lihat Gambar 1). Kurva pengeringan diturunkan dari hasil pengukuran humiditi udara masuk dan udara keluar menggunakan humiditi meter. Unggun fluidisasi terbuat dari besi untuk bagian bawah dan gelas untuk bagian atas dengan diameter dalam 150 mm dan panjang 300 mm. Udara dari lingkungan ditarik oleh blower. Laju alir udara diukur menggunakan anemometer dan diatur menggunakan valve keluaran blower. Udara masuk ke unggun fluidisasi melewati alat pemanas. Plat distributor berpori ditempatkan dibawah unggun fluidisasi. Udara yang terdistribusi secara homogen mengalami kontak dengan partikel padatan di unggun fluidisasi. Selanjutnya, udara keluar dari unggun melalui bagian atas.



Gambar 1. Pengering fluidisasi skala laboratorium

Kadar air dalam padatan dihitung dengan persamaan sebagai berikut;

$$X(t) = X_0 - \frac{\dot{M}_g}{M_{s,dry}} \int_{t=0}^t (Y_{out}(t) - Y_{in}(t)) dt, \quad (1)$$

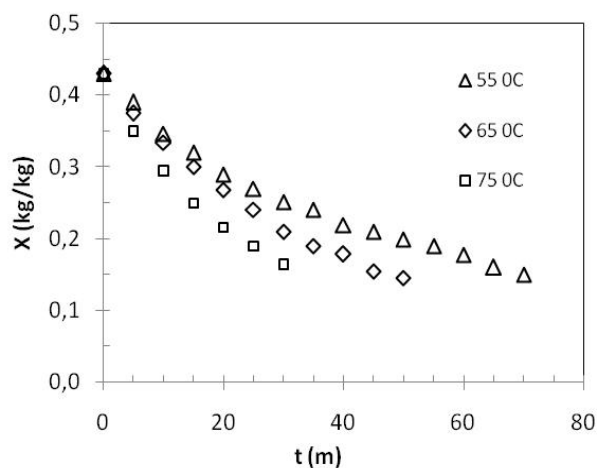
sedangkan laju pengeringan

$$\dot{m} = \frac{\dot{M}_g}{M_{s,dry}} \frac{\rho_p d_p}{6} (Y_{out}(t) - Y_{in}), \quad (2)$$

Dalam eksperimen ini menggunakan material jagung dengan diameter partikel 3,4 mm dan densitas bulk 720 kg/m^3 . Jagung dengan kadar air mula-mula 0,43 basis kering. Pengukuran kadar air menggunakan metoda gravimetri dengan cara dikeringkan menggunakan oven pada suhu 112°C selama 24 jam. Setiap akhir eksperimen, kadar air jagung diukur lagi menggunakan metoda ini sebagai basis pengecekan kadar air hasil penghitungan menggunakan rumus persamaan nomor 1. Sebanyak 200 g jagung basah dimasukkan ke dalam unggun pengeringan. Selanjutnya dikeringkan dengan melakukan variasi suhu pengering 55°C , 65°C dan 75°C .

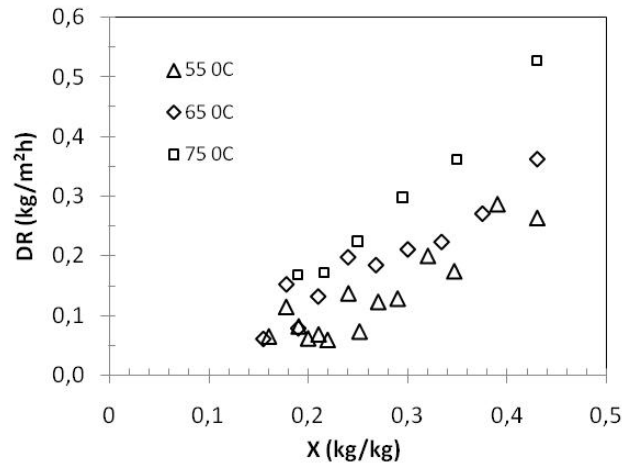
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kurva Pengeringan



Gambar. 2 Kurva Pengeringan Jagung pada beberapa suhu berbeda

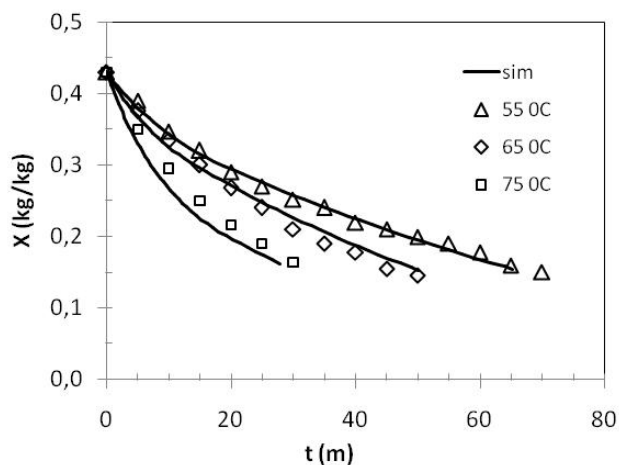
Gambar 2 menunjukkan kurva pengeringan jagung pada tiga kondisi suhu yang berbeda. Terlihat bahwa dengan semakin tinggi suhu udara pengeringan maka penurunan kadar air semakin cepat. Hal ini disebabkan dengan semakin tinggi suhu, maka difusivitas uap air di dalam partikel semakin besar. Selain itu, pada awal proses pengeringan, terjadi penurunan kadar air yang cepat, dan seiring dengan waktu maka penurunan kadar air semakin lambat. Proses pengeringan dihentikan saat kadar air di bawah 0,16 (standar kualitas jagung). Dengan semakin tinggi suhu udara pengering, maka pencapaian kadar air di bawah 0,16 semakin cepat.



Gambar. 3 Kurva Laju Pengeringan Jagung pada beberapa suhu berbeda

Gambar. 3 menunjukkan kurva laju pengeringan jagung pada tiga kondisi suhu yang berbeda. Terlihat bahwa dengan semakin tinggi suhu udara pengeringan, maka laju pengeringan semakin cepat. Hal ini disebabkan dengan semakin tinggi suhu, maka difusivitas uap air di dalam partikel semakin besar. Selain itu, terlihat bahwa pengeringan jagung tidak memiliki laju pengeringan konstan. Artinya bahwa dalam pengeringan jagung sangat dipengaruhi oleh difusi internal uap air di dalam partikel. Hasil penelitian ini sesuai dengan data eksperimen Soponronnariti, dkk, (1997).

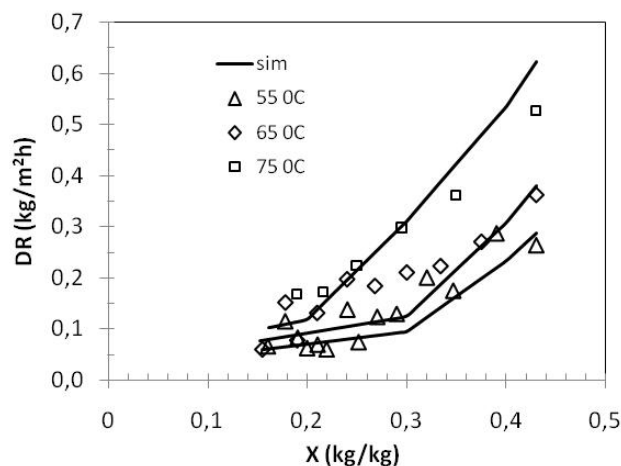
Validasi Simulator



Gambar. 4 Kurva pengeringan perbandingan antara data eksperimen dan hasil simulasi

Proses validasi simulator dilakukan dengan proses fitting antara data eksperimen dengan data hasil penghitungan simulasi pada tiga kondisi suhu yang berbeda (55, 65, and 75 °C). Proses ini juga disebut sebagai proses penurunan derivasi pengeringan partikel tunggal dari

data pengeringan integral. Dalam proses ini menggunakan simulator fluidized bed dryer simulator (FLUBED) yang ditulis dalam bahasa pemrograman Visual Basic Programming Language di MS Excel. Simulator bisa digunakan, jika data simulasi mendekati dengan data eksperimen. Gambar 4 menunjukkan kesesuaian yang sangat baik antara hasil simulasi dan data eksperimen. Dalam proses validasi ini diasumsikan X_{cr} jagung sebesar 0.5.



Gambar. 5 Kurva laju pengeringan perbandingan antara data eksperimen dan hasil simulasi

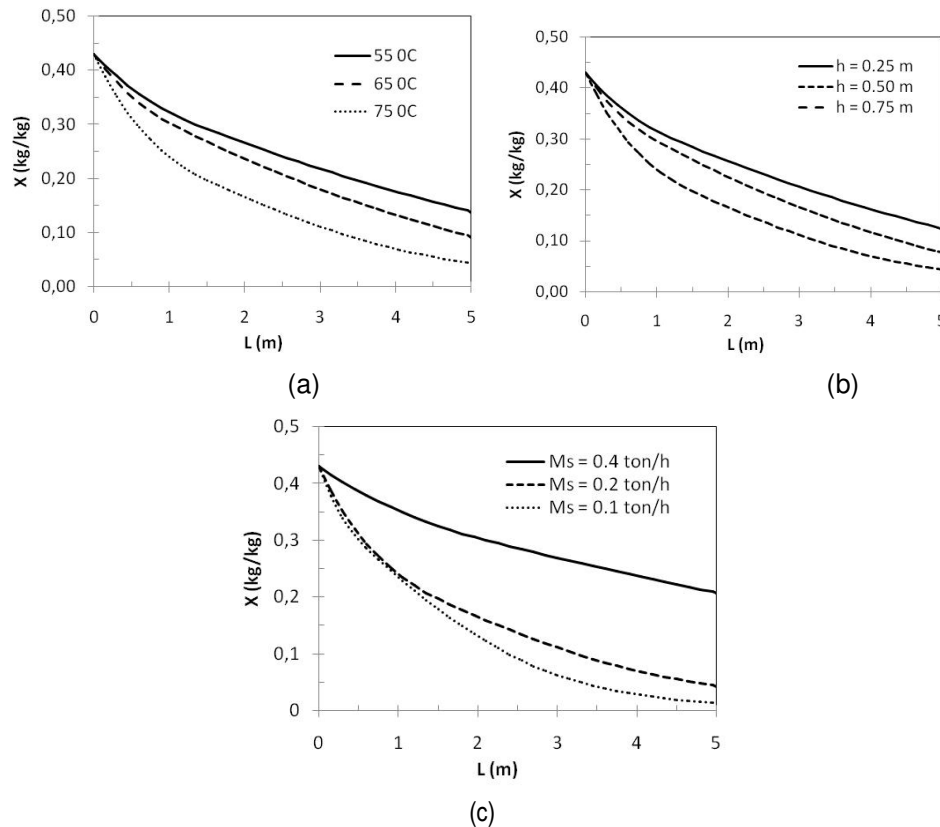
Gambar 5 menunjukkan proses validasi dalam bentuk perbandingan antara data eksperimen dan hasil simulasi dalam bentuk kurva laju pengeringan memberikan kesesuaian yang sangat baik.

Simulasi Desain Pengering Kontinyu

Selanjutnya adalah simulasi desain pengering kontinyu untuk skala pabrik (UKM). Tabel 1 menunjukkan parameter desain pengering fluidisasi kontinyu untuk jagung. Dalam simulasi ini, pengaruh tiga kondisi operasi untuk proses pengeringan akan diteliti, yaitu laju alir massa jagung, ketinggian unggun, dan suhu udara pengering.

Tabel 2. Parameter Desain pengering fluidisasi kontinyu untuk jagung

Parameter		Nilai
Pengering	Panjang (m)	5
	Lebar (m)	1,5
Jagung	Laju alir (ton/j)	0,1; 0,2; 0,4
	Kandungan air (kg/kg)	0,43
	Tinggi unggun (m)	0,25; 0,50; 0,75
Udara	Laju alir (m³/h)	50000
	Suhu (°C)	55; 65; 75
	Humiditi (g/kg)	18



Gambar 6. Simulasi pengering fluidisasi kontinyu untuk jagung; (a) pengaruh suhu, (b) pengaruh tinggi unggun, (c) pengaruh laju alir jagung

Gambar 6 (a) menunjukkan pengaruh suhu udara pengering pada proses pengeringan sangat signifikan. Peningkatan suhu udara pengering akan lebih cepat menurunkan kadar air di jagung, karena meningkatnya difusi air. Gambar 6 (b) menunjukkan pengaruh ketinggian unggun terhadap proses pengeringan juga signifikan. Meningkatnya ketinggian unggun akan menurunkan laju pengeringan, sehingga kadar air sisa di padatan semakin tinggi. Akhirnya, Gambar 6 (c) menunjukkan pengaruh laju aliran massa jagung pada proses pengeringan juga signifikan. Meningkatnya laju alir massa padatan akan menurunkan laju pengeringan karena meningkatkan beban pengeringan untuk menguapkan uap air di jagung.

KESIMPULAN

Pengering fluidisasi batch skala laboratorium telah berhasil menurunkan kurva pengeringan jagung. Simulator pengering unggun fluidisasi telah berhasil memprediksi data eksperimen pengeringan dengan sangat baik. Simulasi desain pengering fluidisasi kontinyu untuk pengeringan jagung telah berhasil dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bihercz G, J. Beke, and Z. Kurjak, 2007, Simulation of drying process of corn kernels during microwave and convective treatment, *Asia-Pac. J. Chem. Eng.*, 2: 75–82
- Doymaz I, M. Pala, 2003, The Thin-Layer Drying Characteristics of Corn, *Journal of Food Engineering*, 60, 125–130
- Groenewold, H. and E. Tsotsas, 2007, Drying in Fluidized Beds with Immersed Heating Elements. *Chemical Engineering Science* 62: pp. 481-502.
- Haros M., M. P. Tolaba, C. Suarez, 2003, Influence of Corn Drying on Its Quality for the Wet-Milling Process, *Journal of Food Engineering*, 60, 177–184
- Haros M., M. P. Tolaba, C. Suarez, 2003, Influence of Corn Drying on Its Quality for the Wet-Milling Process, *Journal of Food Engineering*, 60, 177–184
- Jittanit W., G. Szrednicki, and R. Driscoll, 2010, Corn, Rice, and Wheat Seed Drying by Two-Stage Concept, *Drying Technology*, 28: 807–815
- Law C.L. dan AS. Mujumdar, 2006, Fluidized Bed Dryers, dalam *Handbook of Industrial Drying*. A. S. Mujumdar (Ed.). 3rd edition. Taylor & Francis, pp. 174-199
- Malumba P, S. Janas, T. Masimango, M. Sindic, C. Deroanne, F. Béra, 2009, Influence of drying temperature on the wet-milling performance and the proteins solubility indexes of corn kernels, *Journal of Food Engineering*, 95, 393–399
- Prachayawarakorn. S., Soponronnarit. S., Nathakaranakule, A. dan Inchan, S.. 1995, Controlling Aflatoxin Contamination in Maize Stored under Tropical Conditions, *Proceedings of 17th ASEAN Technical Seminar on Grain Post-Harvest, Technology*, Lumut, Malaysia
- Sahdev R.K., C.R. Saroha, and M. Kumar, 2013, Convective Heat Transfer Coefficient For Indoor Forced Convection Drying Of Corn Kernels, *Int. J. Mech. Eng. & Rob. Res.*
- Soponronnarit S, S. Wetchacama, T. Swasdisevi, P. Chotijukdikul, 1999, Effects of Drying, Tempering And Ambient Air Ventilation On Quality And Moisture Reduction of Corn, *Drying Technology*, 17(6), 1227-1238
- Soponronnariti S., A. Pongtornkulpanich, dan S. Prachayawarakorn, 1997, Drying Characteristics of Corn in Fluidized Bed Dryer, *Drying Technology*. 15(5). 1603-1615
- Suherman, 2007, *Drying Kinetics of Granular and Powdery Polymers*. ISBN: 978-3-939665-63-2. Docupoint Verlag, Magdeburg, Germany.
- Suherman, T.K.B. Fajar, dan A.M. Praba, 2013, Derivation of Single Particle Drying Kinetics of Tapioca Flour, *Advance Journal of Food Science and Technology* 5(5): 565-570
- Takhar PS, D.E. Maier, O.H. Campanella, G. Chen, 2011, Hybrid mixture theory based moisture transport and stress development in corn kernels during drying: Validation and simulation results, *Journal of Food Engineering*, 106, 275–282
- Tolaba M.P., R.J. Aguerre, C. Suárez, 1999, Drying Simulation of Corn With Tempering, *Drying Technology*. 17(6). 1081-1093
- Tolaba M.P., R.J. Aguerre, C. Suárez, 1999, Drying Simulation of Corn With Tempering, *Drying Technology*. 17(6). 1081-1093

Wongurai, A., Tsuruta, O. dan Arai, K., 1992, Water Activity of Thai Maize and Growth of *Aspergillus Flavus*. Research Report of Maize Quality Improvement Research Centre Project. 7 - 9.

T1-TI 09

KARAKTERISASI MINUMAN INSTAN FUNGSIONAL TEMATEHI HASIL PENGERINGAN OVEN VAKUM

Characterization of Functional Instant Drink Tematehi Produced by Vacuum Oven Drying

Nandi Sukri^{a*}, Yana Cahyana^a, Imas Siti Setiasih^a

^aProgram Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran
Jl. Raya Bandung-Sumedang Km. 21, Jatinangor, Sumedang 45363, Indonesia

*nandi@unpad.ac.id

ABSTRACT

Functional instant drink TEMATEHI (curcuma mangga and green tea) is one of the diversification of herbal drinks are made based on the benefit of curcuma mangga and green tea as a source of antioxidant. Production of instant drink powder made by the vacuum oven drying method. The treatment of this research is the concentration of maltodextrin DE 15 which consists of 4 levels and repeated 3 times for each level. The fourth level of the concentration of maltodextrin is 10%, 12.5%, 15% and 17.5%. Results showed that the concentration of 10% maltodextrin had the highest antioxidant activity, where the IC₅₀ value of 254.00 ppm. Besides that, the treatment was obtained yield of 65.80% (w.b.), water content of 3.58% (w.b.), hygroscopic rate of 0.0031 g/h, hygroscopic level of 7.29% (w.b.), the level of brightness (L) of 81.93, the degree of redness (a) of 1.01, yellowish level (b*) of 11.04, the total sugar content of 73.11% (wb), sucrose content of 70.02% (w.b.), and the organoleptic characteristics (color, flavor, taste and overall) had a hedonic test value approach 4 (like).*

Keywords: curcuma mangga, green tea, maltodextrin, vacuum oven, antioxidant activity

ABSTRAK

Minuman instan fungsional TEMATEHI (temu mangga teh hijau) merupakan salah satu diversifikasi dari minuman temu mangga dan teh hijau yang dibuat berdasarkan atas manfaat temu mangga dan teh hijau sebagai sumber antioksidan. Pembuatan serbuk minuman instan dilakukan dengan metode pengeringan oven vakum. Perlakuan dari penelitian ini adalah konsentrasi maltodekstrin DE 15 yang terdiri dari 4 taraf dan masing-masing diulang sebanyak 3 kali. Adapun keempat taraf konsentrasi maltodekstrin tersebut adalah 10%, 12,5%, 15% dan 17,5%. Serbuk minuman instan dengan konsentrasi maltodekstrin 10% memiliki nilai aktivitas antioksidan tertinggi dengan nilai IC₅₀ yaitu sebesar 254,00 ppm. Disamping itu, pada perlakuan ini didapatkan rendemen serbuk minuman instannya sebesar 65,80% (b/b), kadar air 3,58% (b/b), laju higroskopis 0,0031 g/jam, tingkat higroskopis 7,29% (b/b), warna dengan nilai L atau kecerahan 81,93, nilai a* 1,01, nilai b* 11,04, kadar gula total 73,11% (b/b), kadar sukrosa 70,02% (b/b), dan karakteristik organoleptik (warna, aroma, rasa dan keseluruhan) memiliki nilai kesukaan mendekati 4 yaitu suka.*

Kata kunci: temu mangga, teh hijau, maltodekstrin, oven vakum, aktivitas antioksidan

PENDAHULUAN

Temu mangga merupakan salah satu sumber antioksidan yang cukup tinggi. Menurut Susmiati (2010), temu mangga (*Curcuma mangga*) merupakan salah satu dari sekian jenis kunir atau temu-temuan yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku obat-obatan. Temu mangga mengandung senyawa kurkuminoid dan flavonoid. Kurkuminoid maupun flavonoid berfungsi sebagai antioksidan. Disamping itu, teh juga merupakan salah satu sumber antioksidan. Teh merupakan minuman fungsional karena kandungan komponen bioaktif dalam teh seperti polifenol yang berfungsi sebagai antioksidan, khususnya teh hijau. Teh hijau memiliki aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan dengan teh hitam. Menurut Daniells (2008), teh hijau mengandung 30-40% polifenol, sedangkan teh hitam hanya 3-10%. Sebanyak 93% senyawa polifenol merupakan senyawa flavonoid (Daniells, 2008).

Menurut Winarsi (2007), antioksidan merupakan senyawa pemberi elektron (electron donor) atau reduktan. Senyawa ini memiliki berat molekul kecil, tetapi mampu menginaktivasi berkembangnya reaksi oksidasi dengan cara mencegah terbentuknya radikal. Kerusakan sel akan dihambat karena antioksidan dapat menghambat reaksi oksidasi dengan mengikat radikal bebas dan molekul yang sangat reaktif. Menurut Muhilal (2001), antioksidan berfungsi sebagai pemusnah (scavenger) radikal bebas dan pengubah zat prooksidan menjadi netral sehingga bila asupan antioksidan memadai maka tubuh akan terhindar atau sedikitnya tertunda akan terjadinya berbagai penyakit degeneratif seperti penyakit kardiovaskuler, kanker, diabetes, dan katarak. Hasil penelitian Sirait (2014), mendapatkan bahwa sirup TEMATEHI dari imbang ekstrak temu mangga dan teh hijau 35:65 memiliki aktivitas antioksidan tertinggi yaitu 193,15 ppm. Sirup TEMATEHI merupakan salah satu bentuk diversifikasi dari minuman teh hijau dan temu mangga. Sirup ini dibuat mengingat manfaat teh dan temu mangga sebagai sumber antioksidan. Pembuatan sirup TEMATEHI dilakukan melalui pencampuran ekstrak temu mangga dan teh hijau pada imbang tertentu. Pencampuran ekstrak temu mangga dan ekstrak teh hijau ini dapat saling memperkuat sifat fungsional dan sensori kedua bahan tersebut.

Dewasa ini, minuman yang serba instan sangat berkembang karena minuman instan itu memberikan banyak kemudahan dalam penyajiannya. Minuman instan berupa bubuk merupakan produk olahan pangan yang berbentuk serbuk, mudah larut dalam air, praktis dalam penyajian dan memiliki daya simpan yang lama karena kadar airnya yang rendah dan memiliki luas permukaan yang besar. Oleh karena itu, dirasa perlu untuk melakukan penelitian pembuatan minuman fungsional instan dari temu mangga dan teh hijau ini.

Pada proses pembuatan serbuk minuman diperlukan bahan penyalut. Bahan Penyalut yang sering digunakan pada pembuatan serbuk minuman adalah maltodekstrin. Hasil penelitian Oktaviana (2012) mendapatkan bahwa penambahan maltodekstrin bertujuan untuk melapisi komponen flavor, meningkatkan jumlah total padatan, memperbesar volume, mempercepat proses pengeringan, mencegah kerusakan bahan akibat panas serta meningkatkan daya kelarutan dan sifat organoleptik serbuk minuman.

Faktor lain yang memengaruhi kualitas produk serbuk minuman instan adalah suhu pada proses pengeringan. Pembuatan serbuk minuman instan akan dilakukan dengan metode pengeringan menggunakan oven vakum sehingga optimasi suhu pemanasan menjadi hal yang perlu diperhatikan untuk menciptakan serbuk minuman instan yang berkualitas baik sesuai SNI dan disukai panelis.

BAHAN DAN METODE

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini sirup TEMATEHI yang dibuat dari campuran ekstrak temu mangga dan teh hijau. Rimpang temu mangga diperoleh dari Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat Bogor dan teh hijau grade terbaik diperoleh dari PT Agropangan Putra Mandiri (teh hijau dengan daun tergulung, warna hijau hingga hijau kehitaman, aroma wangi, tidak mengandung kotoran) dan. bahan lain yang digunakan adalah gula pasir (sukrosa) dan air demineralisasi serta maltodekstrin. Bahan yang digunakan untuk analisis yaitu *special reagent* DPPH, methanol, HCl, NaOH, reagen *phenolphthalin*, HCOOH, CaCl, larutan luff schoorl, H₂SO₄, KI, Na₂SO₃, toluene. Alat-alat yang digunakan untuk pengolahan adalah neraca analitik, termometer, *hand refraktometer* N3, oven vakum, kertas saring dan kain saring. Alat-alat untuk analisis yang diperlukan adalah neraca analitik, viskometer, Aw meter, spektrofotometer, kuvet, termometer, labu ukur, alat pemanas, alat refluks, gelas kimia, kawat kassa, buret dan kertas saring.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode percobaan (*Experimental Method*) dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Perlakuan dari penelitian ini adalah konsentrasi maltodekstrin yang terdiri dari 4 taraf/level dan masing-masing diulang sebanyak 3 kali. Adapun keempat taraf konsentrasi maltodekstrin tersebut adalah 10, 12,5, 15 dan 17,5 %.

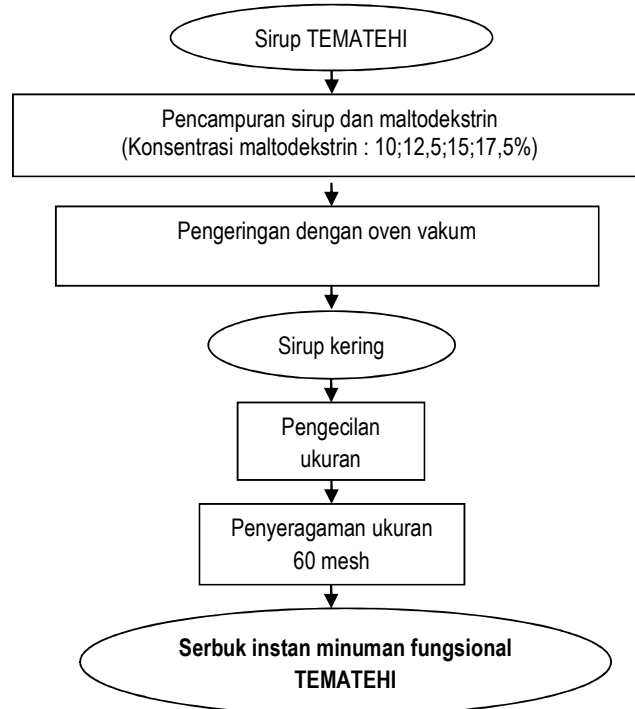
Pembuatan Sirup TEMATEHI

Proses pembuatan sirup pada dasarnya sama dengan sari buah, yang membedakan adalah tingkat kepekatan gulanya. Sirup merupakan produk dari penguapan larutan sari buah (Honig, 1959 dikutipListanti, 2002). Proses pembuatan sirup TEMATEHI mengacu pada proses pembuatan sirup the hijau rendah kalori (Wijaya, 2002), yang terdiri dari beberapa tahap yaitu:

- Temu mangga dan teh hijau diekstraksi menggunakan pelarut air yang bersuhu 90° – 95°C selama 3 menit, kemudian disaring. Perbandingan antara teh hijau dan air yang digunakan adalah sebanyak 3:20 (g : ml). Ekstraksi bertujuan untuk mendapatkan komponen yang terdapat dalam temu mangga dan teh hijau.
- Ekstrak temu mangga dan teh kemudian dicampurkan dengan aspartam, CMC, dan fruktosa, kemudian dilakukan pemasakan dan pengadukan hingga menghasilkan sirup temu mangga dan teh hijau.

Pembuatan serbuk minuman TEMATEHI

- **Pencampuran sirup.** Sirup TEMATEHI ditimbang dan ditempatkan dalam suatu wadah kemudian tuangkan sedikit demi sedikit maltodekstrin sambil diaduk sampai merata dengan menggunakan mixer.
- **Pengeringan.** Campuran sirup dan maltodekstrin tersebut dimasukkan ke dalam loyang dan ditempatkan pada rak-rak penyangga dalam oven vakum. Kondisi pengeringan yang digunakan pada penelitian ini menggunakan suhu 40°C dan tekanan vakum 25 inHg serta waktu pengeringan selama 6 jam.
- **Pengecilan ukuran.** Pengecilan ukuran dilakukan dengan menggunakan grinder selama kurang lebih 4-5 detik. Pengecilan ukuran ini dilakukan dua kali dimana proses yang kedua untuk menepungkan kembali tepung yang tertahan diayakan.
- **Penyeragaman ukuran.** Penyeragaman ukuran tepung melalui proses pengayakan dengan ayakan Tyler 60 mesh selama 5 menit. Pengayakan ini bertujuan untuk mendapatkan ukuran dari tepung/serbuk minuman teh hijau temu mangga instan yang seragam. Diagram proses pembuatan serbuk minuman teh hijau temu mangga dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram proses pembuatan serbuk instan minuman fungsional TEMATEHI

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen Serbuk Minuman TEMATEHI

Rendemen serbuk minuman TEMATEHI berkisar antara 57,41% sampai dengan 65,80%. Nilai rendemen rata-rata pada setiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1. Terdapat kecenderungan bahwa penambahan maltodekstrin yang semakin tinggi akan menurunkan rendemen serbuk Tematehi. Kecenderungan ini di luar dugaan karena penambahan maltodekstrin akan meningkatkan jumlah total padatan dan pada akhirnya akan meningkatkan rendemen. Namun demikian, hasil uji statistik menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan nyata terhadap nilai rendemen serbuk minuman TEMATEHI hasil penambahan beberapa taraf konsentrasi maltodekstrin dengan pengeringan oven vakum.

Tabel 1. Nilai Rendemen Serbuk TEMATEHI Hasil Penambahan Beberapa Taraf Konsentrasi Maltodekstrin dengan Pengeringan Oven Vakum

Taraf Konsentrasi Maltodekstrin (%)	Rendemen rata-rata (%)
10	65,80 ^a
12.5	63,68 ^a
15	61,64 ^a
17.5	57,41 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan nyata pada taraf α 0.05.

Menurut Master (1979) dikutip Pratama (2009), bahan penyalut adalah bahan-bahan yang berfungsi untuk menyalut dan membungkus bahan inti selama proses pemadatan atau pengeringan, selain untuk memperbesar volume dan meningkatkan jumlah total padatan, juga dapat mencegah kerusakan bahan oleh panas karena waktu kontak yang singkat. Rendemen serbuk minuman TEMATEHI salah satunya dipengaruhi oleh jumlah total padatan. Berdasarkan hasil tersebut, perbedaan taraf konsentrasi maltodekstrin (10%, 12,5%, 15%, 17,5%) tidak dapat meningkatkan total padatan serbuk minuman TEMATEHI secara signifikan. Hal ini mungkin terjadi karena perbedaan taraf konsentrasi yang dilakukan masih dalam kisaran sempit yaitu antara 10% sampai 17.5%.

Kadar Air

Kadar air dari serbuk minuman TEMATEHI berkisar antara 3,58% (b.b) sampai 3,98% (b.b) (Tabel 2). Hasil uji statistik menunjukkan bahwa perlakuan beberapa taraf konsentrasi maltodekstrin tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kadar air serbuk minuman TEMATEHI. Kisaran kadar air pada serbuk TEMATEHI yang dihasilkan masih sedikit di atas kadar air yang disarankan dalam SNI minuman serbuk tradisional (SNI 01-4320-1996) yang menyatakan bahwa kadar air minuman serbuk maksimal 3%.

Tabel 2. Nilai Kadar Air Serbuk TEMATEHI Hasil Penambahan Beberapa Taraf Konsentrasi Maltodekstrin dengan Pengeringan Oven Vakum

Taraf Konsentrasi Maltodekstrin (%)	Kadar air rata-rata (%)
10	3,58 ^a
12.5	3,94 ^a
15	3,86 ^a
17.5	3,98 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan nyata pada taraf α 0.05

Kadar air suatu bahan pangan serbuk dipengaruhi oleh suhu dan waktu pengeringan yang digunakan. Menurut Desrosier (1988), suhu pengeringan yang digunakan akan mempengaruhi besarnya tekanan uap air pada bahan yang dikeringkan. Hal ini akan menyebabkan perbedaan tekanan uap air pada bahan yang dikeringkan dengan tekanan uap air tersebut, semakin besar kecepatan penguapan air dari bahan ke udara. Semakin besar perbedaan di antara ke dua tekanan uap air tersebut, semakin besar kecepatan penguapan air yang dapat diuapkan dari bahan. Semakin tinggi suhu yang digunakan, semakin besar pula kecepatan penguapan air sehingga semakin banyak air yang dapat diuapkan dari bahan. Suhu yang digunakan juga mempengaruhi waktu pengeringan yang dibutuhkan untuk mencapai kadar air yang diinginkan.

Nilai kadar air yang masih di atas SNI menunjukkan bahwa suhu pengeringan yang digunakan 40° C selama 6 jam belum mampu menghasilkan kadar air yang baik. Perbaikan proses dapat dilakukan dengan meningkatkan suhu pengeringan atau menambah waktu pengeringan. Selain itu, dengan tetap memperhatikan sifat organoleptik serbuk, pengurangan jumlah fruktosa yang ditambahkan layak untuk diteliti. Pada pembuatan serbuk Tematehi, fruktosa ditambahkan untuk meningkatkan penerimaan rasa pada serbuk yang dihasilkan. Namun fruktosa mempunyai kemampuan mengikat air yang tinggi. Semakin banyak fruktosa yang ditambahkan kemungkinan semakin banyak pula air yang terperangkap dalam matrik serbuk sehingga semakin tinggi kadar air serbuk setelah pengeringan.

Laju Higroskopis

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa perlakuan beberapa taraf konsentrasi maltodekstrin tidak memberikan pengaruh nyata terhadap laju higroskopis serbuk minuman TEMATEHI (Tabel 3). Laju higroskopis dari serbuk minuman TEMATEHI yang dihasilkan berkisar 0,0026-0,0031 g/jam.

Tabel 3. Laju Higroskopis Serbuk minuman TEMATEHI Hasil Penambahan Beberapa Taraf Konsentrasi Maltodekstrin dengan Pengeringan Oven vakum

Taraf Konsentrasi Maltodekstrin (%)	Laju Higroskopis rata-rata (g/jam)
10	0,0031 ^a
12.5	0,0027 ^a
15	0,0029 ^a
17.5	0,0026 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan nyata pada taraf α 0.05.

Menurut Frye & Setser (1993) dikutip Pratama (2009), maltodekstrin dapat membentuk lapisan, tahan terhadap kekempalan. Semakin banyak maltodekstrin yang ditambahkan pada pembuatan tepung madu maka laju higroskopis tepung madu akan semakin menurun. Berdasarkan Tabel 3. serbuk minuman TEMATEHI hasil penambahan maltodekstrin 15% memiliki laju higroskopis yang lebih besar dari serbuk minuman TEMATEHI hasil penambahan maltodekstrin 12.5%. Selain jumlah maltodekstrin, kadar air bahan juga mempengaruhi laju higroskopis dimana kadar air yang lebih kecil akan meningkatkan laju higroskopis bahan. Kadar air serbuk minuman TEMATEHI hasil penambahan maltodekstrin 12.5% dan 15% berturut-turut adalah 3,94% dan 3,86%. Penambahan maltodekstrin 15% menghasilkan kadar air serbuk minuman TEMATEHI yang lebih kecil sehingga laju higroskopisnya lebih besar dari serbuk minuman TEMATEHI hasil penambahan maltodekstrin 12.5%.

Tingkat Higroskopis

Tingkat higroskopis yaitu kemampuan bahan untuk menyerap uap air dari lingkungan sekitar hingga bahan tidak mampu lagi menyerap air. Menurut klasifikasi yang dikeluarkan oleh GEA Niro Research Laboratory tahun 2005 bahwa bahan dengan tingkat higroskopisitas < 10% tergolong bahan yang tidak higroskopis (*non hygroscopic*), 10,1% - 15% bahan tergolong sedikit higroskopis (*slightly hygroscopic*), 15,1% - 20% bahan tergolong higroskopis (*hygroscopic*), 20,1% - 25% bahan tergolong sangat higroskopis (*very hygroscopic*), dan >25% bahan tergolong sangat higroskopis sekali (*extremely hygroscopic*).

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa perlakuan beberapa taraf konsentrasi maltodekstrin tidak memberikan pengaruh nyata terhadap tingkat higroskopis serbuk minuman TEMATEHI, seperti disajikan pada Tabel 4. Tingkat higroskopis dari serbuk minuman TEMATEHI yang dihasilkan berkisar 7,07-7,29% (b.b).

Tabel 4. Tingkat Higroskopis Serbuk minuman TEMATEHI Hasil Penambahan Beberapa Taraf Konsentrasi Maltodekstrin dengan Pengeringan Oven vakum

Taraf Konsentrasi Maltodekstrin (%)	Tingkat Higroskopis rata-rata (%)
10	7,29 ^a
12.5	7,27 ^a
15	7,07 ^a
17.5	7,12 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan nyata pada taraf α 0.05.

Menurut Bhandari (2002) dikutip Pratama (2009), tingkat higroskopis yang tinggi dan suhu transisi gelas bahan yang rendah dapat menyebabkan sifat lengket yang tinggi. Menurut Frye & Setser (1993) dikutip Pratama (2009), maltodekstrin dapat membentuk lapisan dan tahan terhadap kekempalan. Semakin besar jumlah fraksi maltodekstrin yang ditambahkan dapat menaikkan suhu transisi gelas dan menurunkan tingkat higroskopis bahan.


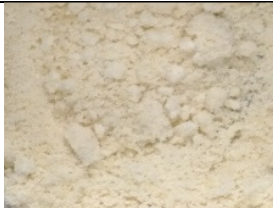


Intensitas Warna

Hasil uji statistik menunjukkan perlakuan beberapa taraf konsentrasi maltodekstrin memberikan pengaruh nyata terhadap nilai L^* atau kecerahan tetapi tidak memberikan pengaruh nyata terhadap nilai a^* dan b^* menurut uji Duncan taraf 5%. Hasil analisis terhadap nilai L^* , a^* dan b^* dari serbuk minuman TEMATEHI disajikan pada Tabel 5.

Menurut Heath (1986) dikutip Pratama (2009), keuntungan yang diperoleh dari penggunaan mikroenkapsulasi ini yaitu warna alami dari bahan akan bertahan lama. Kecerahan suatu produk berkaitan dengan nilai L^* (*lightness*) yang berkisar antara 0 (hitam) sampai 100 (putih). Nilai L^* merupakan cahaya pantul yang menghasilkan warna akromatik putih, abu-abu dan hitam. Nilai L^* mendekati nol menunjukkan produk memiliki kecerahan yang rendah (gelap), sedangkan nilai L^* mendekati 100 menunjukkan produk memiliki kecerahan yang tinggi.

Semakin besar maltodekstrin yang ditambahkan menyebabkan meningkatnya nilai L^* yang artinya kecerahan semakin meningkat karena penambahan maltodekstrin yang berwarna putih. Nilai kecerahan serbuk minuman TEMATEHI berkisar antara 81,93 sampai 85,59. Nilai kecerahan tertinggi dihasilkan pada penambahan maltodekstrin 17,5% sedangkan nilai terendah dihasilkan pada penambahan maltodekstrin sebesar 10%.

Tabel 5. Hasil Uji Warna Serbuk Minuman TEMATEHI Hasil Penambahan Beberapa Taraf Konsentrasi Maltodekstrin dengan Pengeringan Oven vakum

Taraf Konsentrasi Maltodekstrin (%)	Nilai Rata-rata Warna Serbuk Minuman TEMATEHI			Profil Warna
	L*	a*	b*	
10	81.93 ^b	+1.01 ^a	+11.04 ^a	
12.5	82.80 ^b	+1.46 ^a	+12.34 ^a	
15	85.54 ^a	+1.05 ^a	+10.73 ^a	
17.5	85.59 ^a	+0.97 ^b	+9.42 ^a	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan nyata pada taraf α 0.05.

Nilai a^* menunjukkan skala warna merah-hijau, dengan nilai $+a$ (positif) dari 0 sampai +80 untuk warna merah dan nilai $-a$ (negatif) dari 0 sampai -80 untuk warna hijau. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa pengaruh taraf konsentrasi maltodekstrin tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata pada nilai a^* pada semua perlakuan serbuk minuman TEMATEHI. Pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa nilai rata-rata a^* untuk semua perlakuan bertanda positif yaitu menunjukkan intensitas skala warna merah.

Nilai b^* menunjukkan warna kuning (0 sampai +120) dan warna biru (0 sampai -120). Hasil uji statistik menunjukkan pengaruh perlakuan tidak berbeda nyata pada nilai b^* serbuk minuman TEMATEHI berdasarkan uji Duncan taraf 5%. Pada Tabel 5 diketahui bahwa nilai rata-rata b^* untuk semua perlakuan bertanda positif yang menunjukkan intensitas warna kuning. Warna kuning ini disebabkan oleh zat warna karotenoida yang ada

dalam temu mangga. Menurut Tjahjadi (2011), pigmen karotenoida mempunyai rentan warna dari kuning, jingga sampai merah.

Aktivitas Antioksidan

Penentuan aktivitas antioksidan dihitung berdasarkan nilai IC_{50} (*Inhibition Concentration* 50%). Nilai tersebut menggambarkan besarnya konsentrasi senyawa uji yang dapat menangkap radikal sebesar 50%. Nilai IC_{50} diperoleh dengan menggunakan persamaan regresi linier yang menyatakan hubungan antara konsentrasi sampel (senyawa uji) yang dinyatakan dengan simbol x dengan aktivitas antioksidan rata-rata yang dinyatakan dengan simbol y dari seri replikasi pengukuran. Nilai IC_{50} serbuk minuman TEMATEHI pada semua perlakuan dapat dilihat pada Tabel 6.

Hasil uji statistik pada Tabel 6 menunjukkan taraf konsentrasi maltodekstrin 10% menghasilkan aktivitas antioksidan serbuk minuman TEMATEHI yang berbeda nyata dengan perlakuan taraf konsentrasi 12,5%, 15%, dan 17,5% menurut uji Duncan taraf 5%. Semakin tinggi taraf konsentrasi maltodekstrin, didapatkan nilai IC_{50} semakin meningkat, hal ini berarti aktivitas antioksidan serbuk minuman TEMATEHI semakin rendah. Serbuk minuman TEMATEHI dengan taraf konsentrasi maltodekstrin sebesar 10% memiliki nilai IC_{50} paling rendah dibandingkan perlakuan lainnya yaitu sebesar 254,00 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi serbuk minuman TEMATEHI dengan taraf konsentrasi maltodekstrin 10% memiliki aktivitas antioksidan paling tinggi.

Tabel 6. Aktivitas Antioksidan Serbuk Minuman TEMATEHI Hasil Penambahan Beberapa Taraf Konsentrasi Maltodekstrin dengan Pengeringan Oven vakum

Taraf Konsentrasi Maltodekstrin (%)	Rata-rata IC_{50} (ppm)
10	254,00 ^b
12.5	266,71 ^a
15	282,93 ^a
17.5	280,29 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan nyata pada taraf α 0.05.

Aktifitas antioksidan serbuk tematehi berkaitan dengan konsentrasi senyawa bioaktif yang terkandung pada ekstrak teh hijau dan temu mangga. Semakin rendah taraf konsentrasi maltodekstrin (penyalut) yang ditambahkan maka semakin tinggi konsentrasi senyawa bioaktif yang tersalut. Dengan demikian peningkatan aktifitas antioksidan ini karena semakin pekatnya konsentrasi senyawa bioaktif teh hijau dan temu mangga pada serbuk.

Kadar Gula Total dan Sukrosa

Hasil uji statistik menunjukkan perlakuan beberapa taraf konsentrasi maltodekstrin tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kadar gula total maupun kadar sukrosa dari

serbuk minuman TEMATEHI menurut uji Duncan taraf 5%. Hasil analisis terhadap kadar gula total dan kadar sukrosa dari serbuk minuman TEMATEHI disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Kadar Gula Total dan Sukrosa Serbuk Minuman TEMATEHI Hasil Penambahan Beberapa Taraf Konsentrasi Maltodekstrin dengan Pengeringan Oven vakum

Taraf Konsentrasi Maltodekstrin (%)	Kadar Gula Total (%)	Kadar Sukrosa (%)
10	73,11 ^a	70,02 ^a
12.5	73,37 ^a	69,58 ^a
15	71,34 ^a	57,00 ^a
17.5	71,09 ^a	71,04 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan nyata pada taraf α 0.05.

Deskripsi Produk

Dalam penilaian terhadap bahan pangan, sifat pertama kali yang menentukan diterima atau ditolaknya bahan tersebut oleh konsumen adalah sifat-sifat inderawi yang dimilikinya. Karakteristik organoleptik serbuk temu mangga teh hijau dapat dilihat pada Tabel 8 dan karakteristik organoleptik minuman fungsional temu mangga teh hijau dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 8. Karakteristik Organoleptik Serbuk Temu Mangga Teh Hijau

Karakteristik	Taraf Konsentrasi Maltodekstrin			
	10%	12,5%	15%	17,5%
Warna	Putih kekuningan (+++)	Putih kekuningan (++)	Putih kekuningan (+)	Putih kekuningan (+)
Aroma	Dominan aroma teh hijau dan lemon, sedikit aroma temu mangga	Dominan aroma teh hijau dan lemon, sedikit aroma temu mangga	Dominan aroma teh hijau dan lemon, sedikit aroma temu mangga	Dominan aroma teh hijau dan lemon, sedikit aroma temu mangga
Tekstur	Berpasir	Berpasir	Berpasir	Berpasir
Rasa	-	-	-	-
After Taste	-	-	-	-

Tabel 9. Karakteristik Organoleptik Minuman Fungsional Temu Mangga Teh Hijau

Karakteristik	Taraf Konsentrasi Maltodekstrin			
	10%	12,5%	15%	17,5%
Warna	Kuning Kecoklatan	Kuning ++	Kuning +	Kuning
Aroma	Dominan aroma teh hijau dan lemon sedikit temu mangga +++	Dominan aroma teh hijau dan lemon sedikit temu mangga ++	Dominan aroma teh hijau dan lemon sedikit temu mangga +	Dominan aroma teh hijau dan lemon sedikit temu mangga +

Tekstur	Cair	Cair	Cair	Cair
Rasa	Manis dominan rasa teh dan lemon sedikit temu mangga +++	Manis dominan rasa teh dan lemon sedikit temu mangga ++	Manis dominan rasa teh dan lemon sedikit temu mangga +	Hambar, Sangat sedikit rasa manis, rasa teh, rasa lemon, dan rasa temu mangga
After Taste	Sepat +++	Sepat ++	Sepat	Tidak Sepat

Warna putih kekuningan pada serbuk berubah menjadi warna kuning ketika dilarutkan dalam air sebagai minuman fungsional. Hal ini karena terlarutnya maltodekstrin dalam air. Sementara itu, aroma masih didominasi oleh teh hijau dan lemon baik dalam bentuk serbuk maupun ketika disajikan sebagai minuman. After taste yang timbul pada minuman adalah rasa sepat yang semakin tinggi ketika penyalut semakin rendah. Hal ini karena semakin tingginya konsentrasi senyawa bioaktif pada serbuk ketika penyalutnya semakin sedikit. Senyawa penyebab sepat kemungkinan berasal dari kandungan tanin yang terdapat pada teh hijau. Tanin mempunyai kemampuan berikatan dengan protein yang terdapat pada air liur di mulut, mengendap dan menimbulkan sensasi sepat di mulut.

Hasil uji organoleptik metode hedonik dari serbuk minuman TEMATEHI disajikan pada Tabel 10. Hasil uji statistik menunjukkan perlakuan beberapa taraf konsentrasi maltodekstrin tidak memberikan pengaruh nyata terhadap tingkat kesukaan warna, aroma, rasa, dan keseluruhan dari serbuk minuman TEMATEHI menurut uji Duncan taraf 5%.

Tabel 10. Tingkat Kesukaan Serbuk Minuman TEMATEHI Hasil Penambahan Beberapa Taraf Konsentrasi Maltodekstrin dengan Pengeringan Oven vakum

Taraf Konsentrasi Maltodekstrin (%)	Warna	Aroma	Rasa	Keseluruhan
10	3,83 ^a	3,50 ^a	3,38 ^a	3,62 ^a
12.5	3,62 ^a	3,52 ^a	3,27 ^a	3,56 ^a
15	3,83 ^a	3,64 ^a	3,67 ^a	3,73 ^a
17.5	3,92 ^a	3,44 ^a	3,56 ^a	3,69 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan nyata pada taraf α 0.05. Skor 1: sangat tidak suka; 2: tidak suka; 3: agak suka; 4: suka; 5: sangat suka.

KESIMPULAN

Serbuk minuman instan dengan konsentrasi maltodekstrin 10% memiliki nilai aktivitas antioksidan tertinggi dengan nilai IC₅₀ yaitu sebesar 254,00 ppm. Disamping itu, pada perlakuan ini didapatkan rendemen serbuk minuman instannya sebesar 65,80% (b/b), kadar air 3,58% (b/b), laju higroskopis 0,0031 g/jam, tingkat higroskopis 7,29% (b/b), warna dengan nilai L* atau kecerahan 81,93, nilai a* 1,01, nilai b* 11,04, kadar gula total 73,11% (b/b), kadar sukrosa 70,02% (b/b), dan karakteristik organoleptik (warna, aroma, rasa dan keseluruhan) memiliki nilai kesukaan mendekati 4 yaitu suka. Perbedaan taraf konsentrasi maltodekstrin tidak berpengaruh nyata terhadap rendemen, kadar air, laju higroskopis,

tingkat higroskopis, kadar gula total, kadar sukrosa, dan nilai b^* , tetapi berpengaruh nyata terhadap nilai kecerahan atau L^* , nilai a^* , dan aktivitas antioksidan. Semakin besar taraf konsentrasi maltodekstrin maka nilai kecerahan (L^*), intensitas warna merah (a^*), dan aktivitas antioksidan semakin menurun.

DAFTAR PUSTAKA

- Daniells, S. 2008. Green tea catechins go nano: study. Available at: <http://www.nutraingredients.com/Research/Green-tea-catechins-go-nano-study> (Diakses April 2013).
- Desrosier, N. W. 1988. *Teknologi Pengawetan Pangan*. Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press), Jakarta.
- GEA Niro Research Laboratory. 2005. Analytical Method. Available at : www.niro.dk
- Listanti, L. 2002. Pengaruh Imbangan Seduhan Teh dengan Ekstrak Jahe terhadap Karakteristik Sirup Teh Jahe. Skripsi. Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jatinangor.
- Muhilal. 2001. Peranan Suplementasi Antioksidan Terhadap Kesehatan. Seminar Nasional dan Lokakarya: Pemahaman Konsep Radikal Bebas dalam Meningkatkan Kesehatan Menuju Indonesia Sehat 2010. Pusat Penelitian Kesehatan-Lembaga Penelitian, Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Oktaviana, D. 2012. Kombinasi Maltodekstrin dan Suhu Pemanasan Terhadap Kualitas Minuman Serbuk Instan Belimbing Wuluh (*Avverhoa bilimbi* Linn.). Skripsi. UAJY. Tidak Diterbitkan
- Pratama, A. C. 2009. Kajian Karakteristik Tepung Madu yang Dihasilkan dengan Metode Pengeringan Hampa Udara (*Vacuum Drying*) dengan Panambahan Berbagai Imbangan Maltodekstrin.
- Sirait RS. 2014. Kajian Aktivitas Antioksidan dan Beberapa Karakteristik Lain Sirup Teh Hijau Temu Mangga. Skripsi. Fakultas Teknologi Industri Pertanian. Universitas Padjadjaran, Sumedang.
- Susmiati, T. 2010. Mekanisme Penghambatan Inisiasi Aterosklerosis di Tingkat Seluler Oleh Kurkuminoid Ekstrak Temu Mangga (*Curcuma Mangga*). Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Tjahjadi, C. dan H. Marta. 2011. Pengantar Ilmu Teknologi Pangan Volume 1&2 Edisi ke-2. Departemen Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Industri Pertanian Universitas Padjadjaran, Jatinangor.
- Wijaya, A.P.H. 2002. Pembuatan Sirup Teh Hijau (Green Tea) Rendah Kalori. Skripsi. Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Winarsi, H. 2007. Antioksidan Alami dan Radikal Bebas – Potensi dan Aplikasinya dalam Kesehatan. Kanisius, Yogyakarta.

T1-TI 10

DAYA SIMPAN DAN SIFAT ANTIOKSIDATIF INSTAN LIDAH BUAYA SELAMA PENYIMPANAN

Shelflife Of Aloe vera Instant and The Antioxidative Properties During Storage

Chatarina Wariyah^{a*} dan Riyanto^b

^aProdi Teknologi hasil Pertanian, Fakultas Agroindustri, Universitas Mercu Buana Yogyakarta
Jl. Wates Km 10, Yogyakarta, Indonesia

^bProdi Agroteknologi, Fakultas Agroindustri, Universitas Mercu Buana Yogyakarta
Jl. Wates Km 10, Yogyakarta, Indonesia

*Email: chatarina_wariyah@yahoo.co.id

ABSTRACT

Aloe vera instant was made by microencapsulation of aloe vera powder using spray drier and maltodextrin as an encapsulating agent. Instant aloe vera is hygroscopic powder and immediately agglomerated when contact with air. The previous study showed that critical condition of aloe vera instant occurs at the moisture content of $12.51 \pm 0.12\%$ (wb). Increasing of the moisture content in aloe vera instant will accelerate oxidation of the phenolic compounds, which can decrease the antioxidative activity. Therefore, it is necessary to package aloe vera instant in the hermetic film to prolong the shelf life. The purpose of this study was to evaluate the antioxidative activity of aloe vera instant during storage until a critical condition reached and to determine the aloe vera instant shelf life which was packaged in polyethylene plastic. The experimental design used completely randomized design with storage time as a factor. Aloe vera instant was packed in 0.80 mm polyethylene plastic and stored at room (desiccator) with relative humidity of 79-81% for 16 weeks. Periodically (every week) each sample was analyzed its moisture content and the antioxidative activity. The antioxidative activity was determined by the ability to capture the DPPH (1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazil) radical and the ability to inhibit lipid peroxidation by ferrithyocinate (FTC) method. The results showed that the longer of the storage time, the lower the antioxidative activity of aloe vera instant, indicated by the decreasing of the Radical Scavenging Activity and the percentage inhibition of lipid peroxidation. The critical condition of aloe vera instant was reached at 15 weeks. The moisture content before storage was $6.28 \pm 0.05\%$ and $12.52 \pm 0.24\%$ (in critical condition). The antioxidative activity decreased shown by the RSA value from $16.35 \pm 1.14\%$ (before storage) to $2.34 \pm 0.37\%$ (in critical condition), and the inhibition of lipid peroxidation of $39.34 \pm 1.58\%$ to $21.34 \pm 0.10\%$. Aloe vera instant was packaged in a 0.80 mm polyethylene plastic should be stored for less than 15 weeks in order not to clot.

Keywords: oxidation, critical-condition, shelf life.

ABSTRAK

Instan lidah buaya merupakan hasil mikroenkapsulasi bubuk lidah buaya menggunakan spray dryer dengan bahan enkapsulasi maltodekstrin. Instan lidah buaya bersifat higroskopis dan segera mengempal apabila ditempatkan dalam udara terbuka. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kondisi kritis instan lidah buaya terjadi pada kadar air $12,51 \pm 0,12\%$ (bb). Peningkatan kadar air dalam instan dapat mempercepat oksidasi senyawa fenol dalam instan lidah buaya, sehingga dapat menurunkan aktivitas antioksidatifnya. Oleh karena itu perlu dilakukan penyimpanan instan dalam kemasan kedap udara agar tahan lama. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi aktivitas antioksidatif instan lidah buaya selama penyimpanan sampai kondisi kritis dan menentukan daya simpan instan dalam kemasan plastik polietilen. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan faktor lama penyimpanan. Instan lidah buaya dikemas

dalam plastik polietilen 0.80 mm dan disimpan dalam ruangan (desikator) dengan kelembaban relatif 79-81% selama 16 minggu. Secara periodik (setiap satu minggu sekali) diambil sampel dan dianalisis kadar air dan aktivitas antioksidatifnya. Aktivitas antioksidasi ditentukan berdasarkan kemampuan menangkap radikal DPPH (1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazil) dan kemampuan menghambat peroksidasi lemak dengan metode ferrithyocinate (FTC). Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama penyimpanan aktivitas antioksidatif instan lidah buaya semakin turun yang ditunjukkan dengan semakin rendahnya nilai Radical Scavenging Activity dan persentase penghambatan peroksidasi lemak. Kondisi kritis instan terjadi pada penyimpanan selama 15 minggu yang ditandai dengan meningkatnya kadar air dari $6.28 \pm 0.05\%$ (sebelum penyimpanan) menjadi $12.52 \pm 0.24\%$ (pada kondisi kritis). Aktivitas antioksidatif menurun diketahui dari nilai RSA $16.35 \pm 1.14\%$ (sebelum penyimpanan) menjadi $2.34 \pm 0.37\%$ (pada kondisi kritis) dan penghambatan peroksidasi lemak dari $39.34 \pm 1.58\%$ menjadi $21.34 \pm 0.10\%$. Instan lidah buaya yang dikemas dalam plastik polietilen 0.80 mm sebaiknya disimpan selama kurang dari 15 minggu agar tidak mengempal.

Kata kunci: oksidasi, kondisi kritis, daya simpan.

PENDAHULUAN

Bubuk lidah buaya (*aloe vera*) mengandung senyawa fenol yang bermanfaat sebagai antioksidan. Total fenol dalam bubuk lidah buaya mencapai 0.20 ± 0.01 µg/ml. Senyawa fenolik dalam lidah buaya merupakan kelompok senyawa flavonoid yaitu quercetin, mericetin dan kaemferol (Sultana dan Anwar, 2008). Senyawa tersebut bersifat antioksidatif ditunjukkan dari kemampuannya menangkap radikal bebas dan menghambat peroksidasi lemak (Wariyah dan Riyanto, 2011). Namun daun lidah buaya bersifat mudah rusak karena kadar airnya tinggi yaitu sekitar $98.10 \pm 0.31\%$, sehingga perlu dikeringkan agar memiliki daya simpan lebih lama. Pengeringan gel lidah buaya menjadi bubuk telah dilakukan oleh Wariyah dan Riyanto (2011), namun kelarutan bubuk rendah, oleh karena itu perlu meningkatkan kelarutan bubuk lidah buaya agar lebih akseptabel.

Instan merupakan produk pangan berbentuk butiran-butiran (serbuk) yang dalam penggunaannya mudah melarut dalam air dingin atau air panas (Permana, 2008). Instan dapat dibuat melalui pengeringan menggunakan *spray dryer* dan mikroenkapsulasi untuk mendapatkan produk berupa bubuk dan mudah larut dalam air. Produk instan yang ideal adalah yang mempunyai sifat rekonstitusi yang cepat tanpa bantuan mekanis, artinya produk-produk tersebut mempunyai sifat penyerapan air yang bagus, cepat terbenam, mudah terdispersi dan semua komponennya larut dalam cairan (Hartono dan Widiatmoko, 1993). Menurut Wariyah dan Riyanto (2014), instan lidah buaya yang dihasilkan dari mikroenkapsulasi bubuk lidah buaya dengan bahan enkapsulasi maltodekstrin 7.5% dan menggunakan *spray dryer* memiliki kelarutan yang tinggi yaitu 21.37 ± 1.68 detik (dinyatakan sebagai waktu yang diperlukan suatu bubuk untuk terlarut sempurna dalam air), lebih tinggi dibandingkan bubuk lidah buaya yang memerlukan waktu lebih dari 30 detik dan masih meninggalkan endapan ketika didiamkan. Menurut Goula dan Adamopoulos (2008), mikroenkapsulasi menggunakan *spray dryer* dapat meningkatkan solubilitas bubuk, sedangkan Ozkan dan Bilek (2014) menyatakan bahwa enkapsulasi pada suatu zat dapat meningkatkan solubilitas dan dispersibilitas dalam air. Hasil penelitian Saenz, dkk. (2009) mendapatkan teknik mikroenkapsulasi dengan *spray drying* pada senyawa flavonoid *cactus*

pear menggunakan maltodekstrin yang dapat meningkatkan kelarutan bubuk dan melindungi dari reaksi oksidasi.

Permasalahannya adalah instan lidah buaya bersifat higroskopis, sehingga dapat segera menyerap air dari udara dan mengalami kerusakan. Menurut Wariyah dan Riyanto (2014), kondisi kritis instan lidah buaya ditandai oleh terjadinya penggumpalan atau bubuk menjadi kempal dan sifat kritis ditentukan oleh peningkatan kadar air. Kadar air instan lidah buaya (segar/baru) sekitar $6.79 \pm 0.07\%$ dan mencapai kondisi kritis pada kadar air $12.58 \pm 0.02\%$. Selain kerusakan tersebut, selama penyimpanan instan memungkinkan kontak dengan oksigen dan air dalam udara serta sinar dan panas yang dapat mempercepat oksidasi flavonoid dalam instan, yang mengakibatkan aktivitas antioksidatif instan lidah buaya berkurang. Flavonoid tidak stabil terhadap sinar, temperatur tinggi, oksigen dan segera mengalami oksidasi (Ozkan dan Bilek, 2014). Oleh karena perlu pengemasan selama penyimpanan, agar instan lidah buaya dapat disimpan lama sebelum mencapai kondisi kritis.

Pengemasan merupakan ilmu, seni dan teknologi untuk melindungi produk pangan dari pengaruh merugikan dari lingkungan (Chanes dkk., 2002). Ada beberapa tipe bahan pengemas seperti gelas, logam, kayu, kertas atau plastik. Plastik merupakan nama umum dari sekelompok polimer sintetik yang ada dengan berbagai karakteristik. Instan lidah buaya merupakan produk yang sangat higroskopis, oleh karena itu diperlukan pengemas yang permeabilitas terhadap air rendah. Plastik polietilen (PE) memiliki *Water Vapour Transfer Rate* (WVTR) antara $1,86 \cdot 10^{-3} - 4,03 \cdot 10^{-3}$ g-mm uap air/cm²-hari (Taub dan Singh, 1998). Sampai saat ini belum diketahui daya simpan instan lidah buaya dalam kemasan plastik polietilen serta stabilitas sifat antioksidatif selama penyimpanan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan daya simpan instan lidah buaya serta mengevaluasi sifat antioksidasi selama penyimpanan sampai mencapai kondisi kritis.

BAHAN DAN METODE

1. Bahan-bahan yang digunakan

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun lidah buaya dari varietas *chinensis* diperoleh dari desa Loano, kecamatan Loano, kabupaten Purworejo, Jawa-Tengah, dengan umur sekitar 1.5 – 2.0 tahun. Bahan pembantu yang digunakan adalah maltodekstrin DE 20 sebagai bahan enkapsulasi dibeli dari Brataco Chemika. Untuk mengemas instan lidah buaya digunakan plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) dengan ketebalan 0.80 mm dibeli dari toko "Empat Puluh" Yogyakarta serta garam dapur kasar untuk mengatur kelembaban relatif (RH) ruang penyimpanan dibeli dari pasar tradisional di Yogyakarta.

2. Peralatan utama

Peralatan utama yang digunakan adalah oven *blower* (Memmert DIN 40050 IP 20) untuk membuat bubuk lidah buaya, mikroenkapsulasi menggunakan *Spray Dryer* (Lab Plan SD-05), *Magnetic stirrer* (Stir plate Nuova II), penghalus bubuk dengan

blender (Kirin KKB-210 GL1) dan ayakan ASTM E II Mesh 60. Desikator sebagai ruang penyimpanan dari Pyrex.

3. Metode penelitian

Bubuk lidah buaya dibuat dari gel lidah buaya dengan tahapan proses mengacu pada Riyanto dan Wariyah (2011). Instan lidah buaya dibuat dari bubuk lidah buaya dengan mikroenkapsulasi menggunakan *spray dryer* mengacu pada Martinez dkk. (2014) dengan sedikit modifikasi; Wariyah dan Riyanto (2014), yaitu : preparasi larutan dengan cara rekonstitusi bubuk menggunakan aquadest dengan rasio 1/120 (b/v), agar diperoleh kekentalan tepat untuk disemprotkan ke dalam *spray dryer*, kemudian ditambah maltodekstrin dengan konsentrasi 7.5 % (b/v). Larutan yang telah dipreparasi disemprotkan ke dalam *spray dryer* pada suhu inlet 130°C dan suhu outlet 103°C, kecepatan aliran udara 50 m³/h, dan kecepatan aliran larutan 350 ml/jam. Bubuk instan yang diperoleh diuji daya simpan dan aktivitas antioksidatif selama penyimpanan sampai mencapai kondisi kritis.

Untuk menentukan daya simpan, instan lidah buaya dikemas dalam plastik polietilen 0.80 mm dengan ukuran 7 x 9 cm berisi sekitar 3-5 g bubuk instan lidah buaya. Instan dalam kemasan disimpan dalam ruangan (desikator) dengan kelembaban relatif antara 79-81% yang diatur dengan garam NaCl (Ranganna, 1976), suhu penyimpanan 25°C. Penyimpanan dilakukan selama 16 minggu dan secara periodik (seminggu sekali) diambil sampel untuk dianalisis kadar air dan aktivitas antioksidatif sampai mencapai kondisi kritis yaitu pada kadar air 12.58±0.02% (Wariyah dan Riyanto, 2015). Penelitian dilakukan dengan 2 ulangan perlakuan dan tiga ulangan analisis. Analisis kadar air pada instan menggunakan metode gravimetri statis (AOAC, 1990), sedangkan aktivitas antioksidasi instan lidah buaya dianalisis berdasarkan kemampuan menangkap radikal bebas (*Radical Scavenging Activity*) DPPH (Hu dkk., 2003) dan penghambatan peroksidasi lemak dengan metode ferritiosianat (FTC) (Masuda dan Jitou, 1994). *Radical Scavenging Activity* (RSA) dihitung menggunakan formula dari Yen and Duh (1994), yaitu :

$\% \text{ RSA} = [1 - (A_T / A_0)] \times 100$, A_0 adalah absorbansi sampel pada $t = 0$ menit, and A_T adalah absorbansi sampel pada $t = 30$ menit (*initial steady state*).

Penghambatan peroksidasi lemak dihitung dengan formula dari Anesini dkk. (2008), yaitu: Penghambatan peroksidasi lemak (%) = $100 - [(A_1/A_0) \times 100]$, A_0 adalah absorbansi kontrol pada $t = 7$ hari, dan A_1 adalah absorbansi sampel (mengandung instan lidah buaya) pada $t = 7$ hari (saat absorbasinya mencapai maksimum).

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan faktor lama penyimpanan instan lidah buaya. Penelitian dilakukan dengan dua ulangan perlakuan dengan tiga ulangan analisis. Untuk menentukan adanya perbedaan antar lama

penyimpanan digunakan uji F, selanjutnya beda nyata antar sampel ditentukan dengan *Duncan's Multiples Range Test* (DMRT) (Gacula dan Singh, 1984).

HASIL DAN PEMBAHASAN

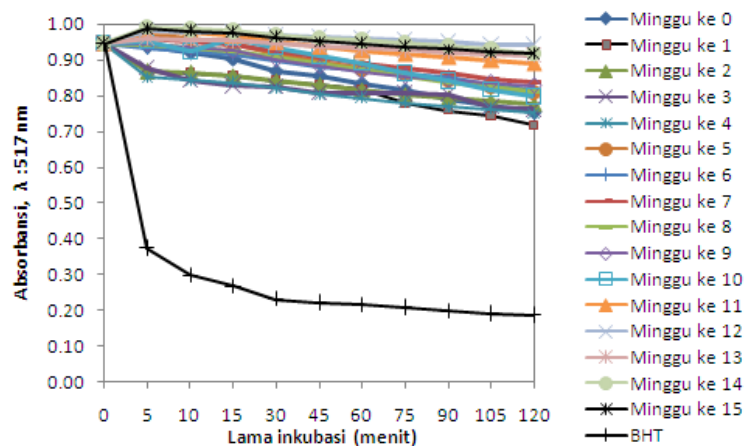
Aktivitas antioksidatif instan lidah buaya selama penyimpanan ditunjukkan dengan nilai RSA atau kemampuan menangkap radikal DPPH dan persentase penghambatan peroksidasi lemak.

1. Kemampuan menangkap radikal DPPH

Oksidasi lemak akan menghasilkan radikal bebas seperti radikal peroksi, alkoksi, dan radikal hidroksi (Papas, 1999). Rantai reaksi oksidasi dapat di blok/dihentikan oleh antioksidan seperti flavonoid dengan cara menangkap radikal tersebut. Menurut Benavente-Garcia dkk. (1997), gugus hidroksi (OH-) dari flavonoid dapat menangkap radikal, sehingga reaktivitas berkurang.

Radikal DPPH merupakan radikal bebas berwarna ungu yang dapat mengalami penurunan intensitas warna apabila radikal tersebut ditangkap oleh antioksidan. Intensitas warna ditunjukkan dengan nilai absorbansi pada panjang gelombang 517 nm. Selama inkubasi, apabila absorbansi larutan DPPH yang ditambah antioksidan semakin rendah berarti aktivitas antioksidasi semakin besar. Senyawa antioksidan dalam daun lidah buaya adalah senyawa fenolik yang banyak memiliki gugus keton dan hidroksi yang mampu menangkap radikal bebas (Bozzi dkk. (2007). Benavente-Garcia dkk. (1997) menyatakan bahwa gugus keton dan hidroksi mampu menangkap radikal bebas melalui elektron bebasnya. Aktivitas antioksidatif instan lidah buaya selama penyimpanan 0 sampai dengan 15 minggu disajikan pada Gambar 1.

Gambar 1 menunjukkan absorbansi larutan DPPH ditambah instan lidah buaya dengan variasi penyimpanan 0 sampai 15 minggu dan BHT sebagai antioksidan sintetik. Semakin lama inkubasi, absorbansi semakin rendah. Artinya bahwa instan lidah buaya memiliki sifat antioksidatif karena mampu menangkap radikal bebas DPPH, sehingga intensitas warna ungu berkurang. Instan yang disimpan semakin lama, penurunan absorbansi juga semakin rendah. Hal ini menunjukkan semakin lama penyimpanan instan, aktivitas antioksidatif semakin berkurang. Fennema (1985) menyatakan bahwa reaksi oksidasi dapat dipicu adanya sinar, panas, oksigen dan air dalam udara. Plastik polietilen memiliki *oxygen transmission rates* 30 - 250 cm³-mil/100 inch²-hari-atm, pada suhu 77°F, RH 90% dan *water vapour transmission rates* 0.30 - 0.65 g-mil/100 inch²-hari (pada suhu 100°F, RH 90%) (Taub dan Singh, 1998), sehingga masih memungkinkan penetrasi oksigen dan air ke dalam kantong plastik. Akibatnya reaksi oksidasi terhadap senyawa antioksidan masih dapat berlangsung. Semakin lama penyimpanan, oksigen yang masuk semakin besar dan kadar air semakin meningkat (Tabel 1),



Gambar 1. Kemampuan menangkap radikal DPPH instan lidah buaya selama penyimpanan.

sehingga kemampuan menangkap radikal bebas semakin rendah. Dibandingkan antioksidan sintetik, aktivitas antioksidan instan lidah buaya lebih rendah. Menurut Hu dkk. (2003), aktivitas antioksidatif *aloe vera* sangat tergantung kandungan flavonoid. Kandungan flavonoid *aloe vera* mencapai puncaknya pada umur 3 tahun. Pada umur panen tersebut aktivitas antioksidan *aloe vera* lebih besar dari BHT. Pada penelitian ini umur panen lidah buaya adalah antara 1.5 - 2 tahun dan telah mengalami pengolahan dengan pemanasan (*spray drying*). He dkk. (2005) melaporkan bahwa pemanasan mempengaruhi aktivitas biologis produk *aloe vera*. Senyawa bioaktif akan berubah menjadi senyawa yang lebih kecil dengan aktivitas rendah. Akibatnya aktivitas antioksidan instan *aloe vera* lebih rendah dari BHT. Hasil perhitungan persentase RSA dapat dilihat pada Tabel 1.

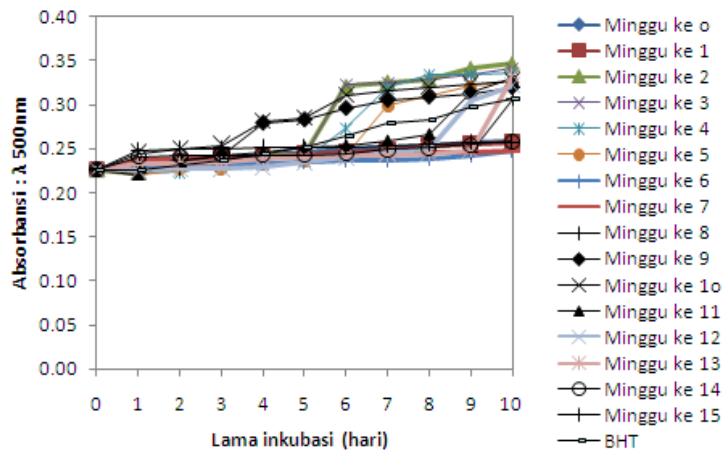
2. Penghambatan peroksidasi lemak

Kemampuan menghambat peroksidasi instan lidah buaya selama penyimpanan ditunjukkan pada Gambar 2 dan nilai penghambatannya seperti disajikan pada Tabel 1.

Radikal hasil pemecahan lemak dapat bereaksi dengan oksigen membentuk peroksida. Apabila radikal yang terbentuk telah ditangkap oleh antioksidan, maka peroksida yang terbentuk semakin rendah. Peroksida dengan pereaksi feritiosianat akan membentuk warna merah. Penghambatan peroksidasi lemak ditunjukkan dengan intensitas warna merah dari sampel yang ditambah antioksidan rendah atau absorbansi yang semakin kecil. Gambar 2 tampak bahwa aktivitas antioksidasi (penghambatan peroksidasi lemak) instan lidah buaya yang telah disimpan selama 0 sampai 15 minggu. Semakin lama penyimpanan penghambatan peroksidasi semakin rendah.

Tabel 1 menunjukkan aktivitas antioksidatif instan lidah buaya yang dinyatakan sebagai nilai RSA dan penghambatan peroksidasi lemak. Semakin lama penyimpanan, RSA dan persentase penghambatan peroksidasi lemak instan lidah buaya semakin turun. Penurunan tajam terjadi pada penyimpanan selama 1 minggu. Hal ini disebabkan gugus

aktif flavonoid segera teroksidasi selama penyimpanan. Instan lidah buaya dikemas dalam plastik polietilen 0.80 mm transparan yang memungkinkan kontak dengan sinar dan panas. Taub dan Singh (1998) menyatakan bahwa plastik polietilen memiliki *oxygen transmission rates* dan *water transmission rate* cukup, sehingga reaksi



Gambar 2. Kemampuan menghambat peroksidasi lemak dari instan lidah buaya selama penyimpanan.

Tabel 1. Persentase RSA dan penghambatan peroksidasi lipid selama penyimpanan instan lidah buaya

Lama Penyimpanan (minggu)	Kadar air % (bb)	% RSA	% Penghambatan
0	6.28±0.05 ^a	16.34±1.14 ^g	39.34±1.58 ^e
1	6.85±0.25 ^b	13.28±1.82 ^f	24.35±0.27 ^d
2	7.87±0.08 ^c	13.55±1.77 ^f	23.66±0.19 ^{cd}
3	8.63±0.12 ^d	13.45±2.54 ^f	23.73±0.45 ^{cd}
4	9.22±0.03 ^d	11.20±2.04 ^{ef}	23.78±1.82 ^{cd}
5	10.28±0.05 ^d	10.46±0.42 ^{de}	23.55±0.54 ^{cd}
6	10.27±0.01 ^d	8.38±0.73 ^{cd}	23.26±2.28 ^{bcd}
7	10.34±0.05 ^d	7.58±0.76 ^c	23.48±0.48 ^{cd}
8	10.73±0.05 ^e	7.48±0.69 ^c	23.47±0.42 ^{cd}
9	10.90±0.29 ^e	6.84±0.58 ^c	22.99±0.21 ^{bcd}
10	11.29±0.03 ^f	5.92±0.29 ^{bc}	22.57±0.54 ^{abcd}
11	11.40±0.07 ^f	6.46±0.18 ^c	22.30±1.36 ^{abcd}
12	11.99±0.26 ^g	3.63±0.04 ^{ab}	22.31±0.02 ^{abcd}
13	12.45±0.20 ^{hi}	3.60±0.88 ^{ab}	22.16±0.40 ^a
14	12.32±0.06 ^h	2.81±0.17 ^a	21.14±0.71 ^{ab}
15	12.52±0.24 ⁱ	2.34±0.37 ^a	21.34±0.10 ^a
BHT*	-	78.65±2.46	24.10±2.23

* Berat sampel 1 g (bk), kecuali BHT 0,1 g(bk)

oksidasi terhadap senyawa antioksidan tetap berlangsung. Oleh karena itu aktivitas antioksidatif instan lidah buaya semakin berkurang dengan semakin lama penyimpanan. Dibandingkan dengan antioksidan sintetis BHT, aktivitas antioksidan nata lidah buaya jauh

lebih kecil. Analog dengan Sharma dkk. (2008) mendapatkan bahwa flavonoid dalam teh memiliki aktivitas antioksidan lebih rendah daripada BHT. Berdasarkan kemampuan menangkap radikal bebas DPPH serta persentase penghambatan peroksidasi lemak, instan lidah buaya dalam kemasan polietilen 0.80 mm masih memiliki aktivitas antioksidasi sampai mencapai kondisi kritis.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa kondisi kritis instan lidah buaya terjadi pada penyimpanan selama 15 minggu yang ditandai dengan meningkatnya kadar air dari $6.28 \pm 0.05\%$ (sebelum penyimpanan) menjadi $12.52 \pm 0.24\%$ (pada kondisi kritis). Aktivitas antioksidatif menurun diketahui dari nilai RSA $16.35 \pm 1.14\%$ (sebelum penyimpanan) menjadi $2.34 \pm 0.37\%$ (pada kondisi kritis) dan penghambatan peroksidasi lemak dari $39.34 \pm 1.58\%$ menjadi $21.34 \pm 0.10\%$. Instan lidah buaya yang dikemas dalam plastik polietilen 0.80 mm sebaiknya disimpan selama kurang dari 15 minggu agar tidak mengempal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan RI, atas bantuan dana penelitian melalui Program Hibah Bersaing Tahun Anggaran 2014-2015.

DAFTAR PUSTAKA

- Anesini, C., G.E. Ferraro and R. Filip. 2008. Total polyphenol content and antioxidant capacity of commercially available tea (*Camellia sinensis*) in Argentina. *Journal Agricultural and Food Chemistry*. 56: 9225–9229.
- AOAC, 1990. *Official Methods of Analysis Association Official Agricultural Chemistry*. Washington D.C.
- Benavente-Garcia, O., J. Castillo, F.R. Marin, A. Ortuno dan J.A. Del Rio. 1997. Uses and properties of citrus flavonoid. *J. Agric. and Food Chem.* 40 : 4505-4514.
- Bozzi, A., C. Perrin, S. Austin dan V.F. Arce. 2007. Quality and authenticity of commercial *aloe vera* gel powders. *Food Chem.* 103: 22-30.
- Chanes, J.W., G.V.B. Canovas and J.M. Aguilera J.M. 2002. *Engineering and Food for the 21st Century*. CRC Press, New York.
- Fennema, O.R. 1985. *Principles of Food Science*. Marcell Dekker Inc., New York.
- Gacula, M.C. dan Singh, J. 1984. *Statistical Methods in Food and Consumer Research*. Academic Press, Inc., Orlando, San Diego, New York, London.
- Goula, A.M. dan K. Adamopoulos. 2008. Effect of maltodextrin addition during spray drying of tomato pulp in dehumidified air: II. Powder Properties'. *Drying Technology*, 26:6, 726 - 737.
- Hartono, A.J. dan Widiatmoko, M.C., 1993. *Emulsi dan Pangan Instan Berlesitin*. Andi Offset. Yogyakarta.

- He, Q., L. Changhong, E. Kojo and Z. Tian, 2005. Quality and safety assurance in the processing of *aloe vera gel juice*. *Food Control*. 16 : 95-104.
- Hu,Y., J. Xu dan Q. Hu. 2003. Evaluation of antioxidant potential of *aloe vera* (*Aloe barbadensis* Miller) extracts. *J. Agric. Food Chem*. 51 : 7788 -7791.
- Masuda, T. dan A. Jitou. 1994. Antioxidative and antiinflammatory compounds from tropical ginger; isolation, structure determination, and activities of cassumunins A, B and C complex curcuminoids from *Zingiber cassumunar*. *J. Agric. Food Chem*. 42 : 1850-1854.
- Martínez , C.V., L. Medina-Torres , R.F. González-Laredo, F. Calderas, G. Sánchez-Olivares, E.E. Herrera-Valencia, J.A. Gallegos Infante, N.E. Rocha-Guzman, J. Rodríguez-Ramírez. 2014. Study of spray drying of the Aloe vera mucilage (*Aloe vera barbadensis* Miller) as a function of its rheological properties. *Food Science and Technology* . 55: 426-435.
- Özkan, G. and S.E. Bilek. 2014. Microencapsulation of natural food colourants. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*. 3(3): 145-156. Downloaded from <http://www.sciencepublishinggroup.com/j/ijnfs> on 20/ 1/2015.
- Papas, A.M., 1999. Antioxidant Status, Diets, Nutrition, and Health. CRC Press. Boca Raton. London. New York. Washington, D.C., page: 14-16.
- Permana, A.W., 2008. Teknologi sederhana minuman instan. <http://awpress.wordpress.com/2008/09/18/teknologi-sederhana-minuman-instan/diakses> 10 September 2015.
- Ranganna, S., 1976. Manual Analysis of Fruits and Vegetables Product. Tata Mc. Graw-Hill Publishing Co. Limited. New Delhi.
- Saénz, C., Tapia, S., Chávez, J., Robert. P. 2009. Microencapsulation by spray drying of bioactive compounds from cactus pear (*Opuntia ficus-indica*). *Food Chemistry*. 114: 616–622.
- Sharma, V., H.V. Kumar, L.J.M. Rao. 2008. Influence of milk and sugar on antioxidant potential of black tea. *Food Research International*. 41 : 124-129.
- Sultana, B. dan F. Anwar. 2008. Flavonol (kaempferol, quercetin, myricetin) contents of selected fruits, vegetables and medicinal plants. *Food Chem*. 108 : 879 – 884.
- Taub, I.A. and Singh, R.P. 1998. Food Storage Stability. CRC Press, New York, Washington.
- Wariyah, Ch. dan Riyanto. 2011. Effect of drying temperature on antioxidant activity and acceptability of *aloe vera* (*Aloe vera var. chinensis*) powder. In Rahayu,E.S., Marsono,Y., Widjajaseputra,J., Epriliati,I. and Tewfik,I. (Eds). Proceeding of the International Food Conference 2011 "Life improvement through food technology", p. 103-109. Surabaya: Widya Mandala Catholic University.
- Wariyah,Ch. 2014. Sifat Fisik Instan Lidah Buaya (*Aloe vera var.chinensis*) dan Rendemen Hasil Mikroenkapsulasi Menggunakan *Spray Dryer*.Prosiding Seminar Nasional. Ketahanan Pangan : Rekayasa Teknologi dan Transformasi Sosial Ekonomi Berbasis Kearifan Lokal. LPPM Universitas Mercu Buana Yogyakarta, 8 Oktober 2014.

-
- Wariyah, Ch. dan Riyanto. 2015. Kondisi Kritis dan Perubahan Aktivitas Antioksidasi Instan Lidah Buaya. Dalam Jariyah, Rudi Nurismanto dan Sri Winarti (editor). Prosiding Seminar Nasional : Peran Zat Gizi Sebagai Regulator Gen dan Kesehatan. Hal. 65-72. Surabaya: UPN Veteran Jawa Timur, 10 Juni 2015.
- Yen, G.C. and P.D. Duh. 1994. Scavenging effect of methanolic extract of peanut hulls on free-radical and active-oxygen species. *Journal Agricultural and Food Chemistry* 42: 629-632.

T1-TI 11

FERMENTASI KOPI ARABIKA UNTUK MENGHASILKAN *BIO COFFEE* DENGAN PENAMBAHAN MIKROBIA EFEKTIF PADA BEBERAPA VARIASI SUHU DAN LAMA INKUBASI

Fermentation to Produce Bio Coffee Arabica Coffee with Addition to Some Variation Microbial Effective Temperature and Long Incubation

Meidi Syaflan^{a*}, Ngatirah^a dan Okto Alfredo Damanik^b

^aJurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Stiper Yogyakarta

^bAlumnus Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fateta, Instiper Yogyakarta

meidi_syaflan@yahoo.com

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of temperature and fermentation time using media bioslurry arabica coffee and gets temperature and fermentation time is right will produce Arabica coffee that is similar to coffee luwak. Metode research used experimental design draft Plots Divided (RPT) two factors: the temperature fermentation and fermentation time. A factor that fermentation temperature range consists of 3 levels: A1 = 30-32°C, A2 = 35-37°C, A3 = 40-42°C and Factor B is the length of fermentation consists of three levels: B1 = 2 days, B2 = 4 days, B3 = 6 hari. Hasil showed that the treatment temperature and longer fermentation very significant effect on the chemical content of the water content, ash content, total acid, reducing sugar, caffeine, and hedonic test on the aroma and flavor of the Arabica coffee using bioslurry media. The most appropriate temperature for fermentation of arabica coffee using bioslurry media is on the treatment of A2B3 with a temperature of 35°C and a 6-day fermentation period to get the average water content of 5.77% bb, bk ash content of 3.85%, 10.23% total acid bk, reducing sugar 0.41%. A test based, bio coffee is best in A3B3 treatment with 40°C temperature and fermentation time 6 days to get the mean score aroma and flavor 5.8333 5.4333 which is rather like.

Keywords: Coffee Arabica, Slurry, Temperature, Long fermentation

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh suhu dan waktu fermentasi kopi arabika menggunakan media bioslurry dan Mendapat suhu dan waktu fermentasi yang tepat yang akan menghasilkan kopi arabika yang mirip dengan kopi luwak. Metode penelitian yang digunakan adalah rancangan percobaan Rancangan Petak Terbagi (RPT) dua faktor yaitu suhu fermentasi dan lama fermentasi. Faktor A yaitu kisaran suhu fermentasi terdiri dari 3 taraf :A1 = 30-32°C, A2 = 35-37°C, A3 = 40-42°C dan Faktor B yaitu lama fermentasi terdiri dari 3 taraf :B1 = 2 hari, B2 = 4 hari, B3 = 6 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan suhu dan lama fermentasi berpengaruh sangat nyata terhadap kandungan kimia kadar air, kadar abu, total asam, gula reduksi, kafein, dan uji kesukaan pada aroma dan cita rasa pada kopi arabika menggunakan media bioslurry. Suhu yang paling tepat untuk fermentasi kopi arabika dengan menggunakan media bioslurry adalah pada perlakuan A2B3 dengan suhu 35°C dan waktu fermentasi 6 hari mendapatkan hasil rerata kadar air 5,77% bb, kadar abu 3,85 % bk, total asam 10,23 % bk, gula reduksi 0,41 %. Berdasarkan uji kesukaan, bio coffee yang terbaik adalah pada perlakuan A3B3 dengan suhu 40°C dan lama fermentasi 6 hari mendapatkan hasil skor rerata aroma 5,4333 dan cita rasa 5,8333 yaitu agak suka.

Kata kunci : Kopi Arabika, Slurry, Suhu, Lama fermentasi.

PENDAHULUAN

Kopi adalah salah satu komoditi perkebunan yang memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi di antara tanaman perkebunan lainnya dan berperan penting sebagai sumber devisa negara. Kopi tidak hanya berperan penting sebagai sumber devisa melainkan juga merupakan sumber penghasilan bagi tidak kurang dari satu setengah juta jiwa petani kopi di Indonesia.

Pengolahan kopi secara garis besar dapat dilakukan dengan pengolahan basah dan kering. Pengolahan basah adalah proses perendaman biji kopi dengan air yang dimana terjadi pemecahan atau pengurangan pulp yang terdapat pada kulit tanduk kopi, sehingga memudahkan proses pengeringan pada biji kopi untuk proses selanjutnya, sedangkan proses pengolahan kering adalah proses pengolahan biji kopi yang dijemur dngan mesin pengering maupun panas matahari. Para petani yang masih skala kecil menggunakan metode pengolahan secara kering sedangkan skala besar menggunakan metode pengolahan basah. Selain itu pengolahan kopi juga dapat memanfaatkan hewan tertentu untuk membantu proses fermentasi yaitu, dengan menggunakan hewan luwak.

Pengolahan kopi salah satunya adalah dengan cara fermentasi menggunakan media berbagai macam untuk menghasilkan aroma kopi yang diinginkan. Salah satunya dengan mikrobial efektif yang dapat mengubah atau merombak beberapa kandungan kimia yang ada pada biji kopi.

Meskipun demikian fermentasi menggunakan hewan luwak relatif sulit. Beberapa faktor kelemahan pada fermentasi dengan hewan luwak antarlain keterbatasan luwak yang mungkin akan membutuhkan jumlah luwak yang banyak sehingga sulit untuk pengaplikasiannya, jumlah kopi yang dimakan oleh luwak juga hanya sedikit, kemudian membutuhkan biaya produksi yang tinggi untuk pelaksanaan fermentasi kopi dengan hewan luwak.

Salah satu alternatif yang dapat digunakan sebagai media pengganti fermentasi adalah menggunakan bioslurry yang berasal dari limbah proses pengolahan biogas. Bioslurry adalah produk hasil pengolahan biogas berbahan campuran kotoran ternak dan air melalui proses tanpa oksigen (anaerobik) dalam ruang tertutup. Dengan media bioslurry akan membantu proses fermentasi dengan campuran mikrobial efektif yang terdapat pada kotoran luwak dengan suhu yang ditentukan sehingga memperoleh produk bubuk kopi yang hampir setara dengan hasil bubuk kopi dengan fermentasi kopi luwak. Prinsip penggunaan bioslurry adalah meniru proses fermentasi didalam perut luwak sehingga dapat diketahui secara pasti kondisi yang tepat untuk proses tersebut. Untuk mengetahui suhu dan lama inkubasi yang efektif maka dilakukan penelitian ini.

Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh suhu dan waktu fermentasi kopi arabika menggunakan media bioslurry.
2. Mendapat suhu dan waktu fermentasi yang tepat yang akan menghasilkan kopi arabika yang mirip dengan kopi luwak.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji kopi yang sudah dikupas, media fermentasi yaitu bio slurry campuran antara bioslurry padat dan bioslurry cair dengan perbandingan 1 : 1. Bahan pendukung kimia anatara lain; Aluminium foil, kertas label, plastik. Bahan kimia untuk analisis yaitu : chloroform, MgO, KOH, H₂SO₄, H₃SO₃ 2%, NaOH 30%, HCL 0,01 N, aquades, air.

Alat

Peralatan yang digunakan di antaranya adalah wadah baskom, tungku tanah, wajan , gelas, sendok, oven vakum, timbangan digital, kertas Whatman no.41, pengaduk, penggiling kopi, desikator, mikro pipet, tabung reaksi, labu khjedall, labu ukur, labu takar, labu semprot, erlenmeyer, cawan porselin, gegep, corong, dan pipet tetes.

Metode Penelitian

Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Petak Terbagi (RPT) dua faktor yaitu suhu fermentasi dn lama fermentasi.

Faktor A yaitu kisaran suhu fermentasi terdiri dari 3 taraf :

A1 = 30-32°C

A2 = 35-37°C

A3 = 40-42°C

Faktor B yaitu lama fermentasi terdiri dari 3 taraf :

B1 = 2 hari

B2 = 4 hari

B3 = 6 hari

Penelitian ini dilakukan dengan mengkombinasikan faktor A dan B sehingga diperoleh 3 x 3 = 9 perlakuan. Masing-masing perlakuan diulang 2 kali sehingga diperoleh 3 x 3 x 2 = 18 kombinasi perlakuan sehingga akan diperoleh data yang seragam.

Prosedur Pelaksanaan

Pelaksanaan proses fermentasi pertama-tama menyiapkan media fermentas yang dibutuhkan yaitu, Bioslurry campuran. Untuk selanjutnya penyiapan biji kopi yang akan di fermentasi, biji kopi matang atau kulit merah tersebut dikupas kemudian kopi yang sudah dikupas kulit merahnya dimasukkan ke dalam media fermentasi dengan 3 variasi suhu yaitu A1=30-32°C, A2=35-37°C, dan A3=40-42°C. Pada tiap variasi suhu terdapat 3 perlakuan dengan lama fermentasi atau lama inkubasi antara lain 2, 4, dan 6 hari yaitu B1= 2 hari, B2=

4hari, B3= 6 hari. Setelah selesai difermentasi kopi dibersihkan dari media kemudian ditiriskan. Kopi yang sudah selesai pada tahap pembersihan selanjutnya dijemur dengan panas matahari dengan lama proses selama 2-3 hari. Biji kopi yang sudah kering kemudian di kupas dari kulit tanduknya, setelah selesai pengupasan kulit tanduk pada biji kopi. Selanjutnya dijemur kembali selama 3-4 hari. Setelah selesai tahap pengeringan kemudian dilakukan proses sangrai pada biji kopi. Biji kopi yang selesai disangrai, dihaluskan dengan mesin giling atau grinder dengan ukuran 80 mesh, setelah dihasilkan bubuk kopi, kemudian proses selanjutnya dilakukan analisis, analisis pada bubuk kopi ini dilakukan 2 analisis yaitu: analisis organoleptik antaralain rasa, aroma. Analisis yang kedua yaitu analisis kimia, analisis yang dilakukan adalah, kadar air, kadar abu, total asam, gula reduksi, dan analisis kafein.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air bubuk Bio Coffee

Tabel 1. Rerata uji jarak berganda Duncan kadar air (%bb)

Waktu Fermentasi	Suhu			Rata – rata
	A ₁ (30)	A ₂ (35)	A ₃ (40)	
B ₁ (2 Hari)	6,5400	6,3250	6,7650	6,5433 a
B ₂ (4 Hari)	6,2700	6,0550	6,5550	6,2933 b
B ₃ (6 Hari)	6,0550	5,7750	6,3300	6,0533 c
Jumlah	18,8650	18,1550	19,6500	
Rata – rata	6,2883 b	6,0517 c	6,5500 a	

Keterangan : Rerata perlakuan pada kolom maupun baris yang sama yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata antar perlakuan yang diuji dengan jarak berganda Duncan (JBD) 5%.

Dari Tabel 1, dapat dilihat bahwa kadar air yang tertinggi diperoleh pada suhu 40°C yaitu 6,5500 %, hal ini dikarenakan pada proses penyangraian biji dilakukan secara manual, sehingga panas yang dihasilkan tidak merata yang menyebabkan hasil kadar air bubuk kopi tersebut tinggi.

Kadar Abu Bio Coffee

Tabel 2. Rerata uji jarak berganda Duncan kadar abu (%bk)

Waktu Fermentasi	Suhu			Rata – rata
	A ₁ (30)	A ₂ (35)	A ₃ (40)	
B ₁ (2 Hari)	4,6100	4,3950	4,8300	4,6177 a
B ₂ (4 Hari)	4,3400	4,1050	4,6200	4,3550 b
B ₃ (6 Hari)	4,1350	3,8500	4,4100	4,1317 c
Jumlah	13,0850	12,3500	13,8600	
Rata – rata	4,3617 b	4,1167 c	4,6200 a	

Keterangan : Rerata perlakuan pada kolom maupun baris yang sama yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata antar perlakuan yang diuji dengan jarak berganda Duncan (JBD) 5%.

Dari Tabel 2 diatas, dapat dilihat rata - rata kadar abu paling tinggi diperoleh pada suhu 40 °C yaitu 4,6200 karena mengandung mineral paling banyak. Semakin tinggi kandungan mineral yang terdapat pada kopi, maka kadar abu yang dihasilkan juga akan semakin banyak.

Total Asam Bio Coffee

Tabel 3. Rerata uji jarak berganda Duncan Total Asam (%bk)

Waktu Fermentasi	Suhu			Rata – rata
	A ₁ (30)	A ₂ (35)	A ₃ (40)	
B ₁ (2 Hari)	6,4425	7,6015	5,1285	6,3908 c
B ₂ (4 Hari)	7,7475	8,8610	6,3685	7,6590 b
B ₃ (6 Hari)	8,7095	10,2635	7,4120	8,7950 a
Jumlah	22,8995	26,7260	18,9090	
Rata – rata	7,6332 b	8,9087 a	6,3030 c	

Keterangan : Rerata perlakuan pada kolom maupun baris yang sama yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata antar perlakuan yang diuji dengan jarak berganda Duncan (JBD) 5%.

Dari Tabel 3 diatas dapat dilihat suhu berpengaruh terhadap total asam. Rata – rata total asam yang dihasilkan berkisar antara 6,3030 – 8,9087. Hal ini disebabkan karena pertumbuhan bakteri pada suhu yang optimum pada fermentasi menyebabkan kandungan asam pada bubuk kopi yang dihasilkan tinggi. Asam-asam organik dari produk fermentasi merupakan hasil hidrolisis asam lemak dan juga sebagai hasil aktivitas pertumbuhan bakteri. Penentuan kuantitatif asam organik pada produk fermentasi adalah penting untuk mempelajari kontribusi bagi aroma sebagian besar produk fermentasi, alasan gizi, dan sebagai indikator aktivitas bakteri (Bevilacqua & Califano, 1989).

Kadar Gula Reduksi Bio Coffee

Tabel 4. Rerata uji jarak berganda Duncan Gula Reduksi (%bk)

Waktu Fermentasi	Suhu			Rata – rata
	A ₁ (30)	A ₂ (35)	A ₃ (40)	
B ₁ (2 Hari)	0,5315	0,4960	0,5755	0,5343 a
B ₂ (4 Hari)	0,4900	0,4515	0,5365	0,4927 b
B ₃ (6 Hari)	0,4515	0,4185	0,4940	0,4547 c
Jumlah	1,4730	1,3660	1,6060	
Rata – rata	0,4910 b	0,4553 c	0,5353 a	

Keterangan : Rerata perlakuan pada kolom maupun baris yang sama yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata antar perlakuan yang diuji dengan jarak berganda Duncan (JBD) 5%.

Dari Tabel. 4 diatas dapat dilihat suhu berpengaruh terhadap gula reduksi. Kandungan gula reduksi yang dihasilkan pada suhu 35 °C paling rendah, karena semakin optimal suhu pada mikrobial yang digunakan, maka aktivitas mikrobial semakin cepat dan

meningkat. Proses fermentasi akan berjalan dengan baik jika tersedia cukup oksigen, dan akan muncul panas yang merupakan hasil oksidasi senyawa gula yang terdapat dalam lendir (*mucilage*) yang melekat dipermukaan cangkang kulit kopi. Mikrobia memanfaatkan senyawa gula tersebut sebagai media tumbuh sehingga lapisan lendir terurai menjadi cairan lebih encer (Braham& Bressani, 1979).

Kandungan Kafein Bio Coffee

Tabel. 5. Rerata uji jarak berganda Duncan Kafein (%bk)

Waktu Fermentasi	Suhu			Rata – rata
	A ₁ (30)	A ₂ (35)	A ₃ (40)	
B ₁ (2 Hari)	1,2150	1,0365	1,5695	1,2737 a
B ₂ (4 Hari)	0,9205	0,8015	1,2115	0,9792 b
B ₃ (6 Hari)	0,6295	0,4555	0,9220	0,6690 c
Jumlah	2,7650	2,2935	3,7070	
Rata – rata	0,9217 b	0,7645 c	1,2357 a	

Keterangan : Rerata perlakuan pada kolom maupun baris yang sama yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata antar perlakuan yang diuji dengan jarak berganda Duncan (JBD) 5%.

Dari Tabel.5 diatas dapat dilihat suhu berpengaruh terhadap kafein, dimana fermentasi pada suhu 30°C kandungan kafeinnya yaitu 0,9217 dan pada suhu 35°C kandungan kafein menurun yaitu 0,7645, kemudian fermentasi pada suhu 40°C kandungan kafein pada bubuk kopi naik yaitu 1,2357. Kafein rendah terdapat pada suhu 35°C karena aktivitas mikrobia lebih aktif sehingga menghasilkan enzim yang berperan menguraikan kafein.

Pada perlakuan lama fermentasi, dapat dilihat perbandingan kandungan kafein, yang hasilnya semakin lama waktu fermentasi maka semakin rendah kandungan kafein yang dihasilkan. Untuk fermentasi 2 hari kandungan kafein tinggi yaitu 1,2737 dan untuk fermentasi 6 hari kandungan kafein paling rendah yaitu 0,6690.

Uji Kesukaan Aroma Bio Coffee

Tabel 6. Rerata uji jarak berganda Duncan Kesukaan Aroma

Waktu Fermentasi	Suhu			Rata – rata
	A ₁ (30)	A ₂ (35)	A ₃ (40)	
B ₁ (2 Hari)	5,3750	5,6250	5,1750	5,3917 c
B ₂ (4 Hari)	5,6250	5,9250	5,4250	5,6583 b
B ₃ (6 Hari)	5,9000	6,2000	5,7000	5,9333 a
Jumlah	16,9000	17,7500	16,3000	
Rata – rata	5,6333 b	5,9167 a	5,4333 c	

Keterangan : Rerata perlakuan pada kolom maupun baris yang sama yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata antar perlakuan yang diuji dengan jarak berganda Duncan (JBD) 5%.

Dari Tabel 6 diatas dapat dilihat suhu berpengaruh terhadap kesukaan aroma. Tingkat kesukaan aroma paling tinggi adalah pada fermentasi suhu 35°C, karena total asam yang dihasilkan pada suhu 35°C total asamnya paling tinggi yaitu 8,90 % hal ini disebabkan total asam mempengaruhi aroma seduhan kopi. Keasaman yang tinggi akan memberikan kualitas aroma yang lebih baik. (Marcae, 1985).

Uji Kesukaan Rasa Bio Coffee

Tabel. 7. Rerata uji jarak berganda Duncan Kesukaan Rasa

Waktu Fermentasi	Suhu			Rata – rata
	A ₁ (30)	A ₂ (35)	A ₃ (40)	
B ₁ (2 Hari)	5,7500	5,4250	6,1000	5,2500 a
B ₂ (4 Hari)	5,4750	5,2250	5,8750	5,5250 b
B ₃ (6 Hari)	5,2250	5,0000	5,5250	5,7583 c
Jumlah	16,4500	15,6500	17,5000	
Rata – rata	5,4833 b	5,2167 c	5,8333 a	

Keterangan : Rerata perlakuan pada kolom maupun baris yang sama yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata antar perlakuan yang diuji dengan jarak berganda Duncan (JBD) 5%.

Pada Tabel 7 menunjukkan bahwa rasa kopi yang paling disukai yaitu pada suhu 40°C, dengan nilai 5,8333. Hal ini dipengaruhi oleh kandungan total asam pada fermentasi suhu 40 °C total asam rendah yaitu 6,30 %, (Tabel. 9).

Menurut Sulistyowati (2002), bahwa biji kopi yang baik memiliki tingkat keasaman yang rendah, keasaman yang tinggi membuat cita rasa menjadi tidak nikmat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Perlakuan suhu dan lama fermentasi berpengaruh sangat nyata terhadap kandungan kimia kadar air, kadar abu, total asam, gula reduksi, kafein, dan uji kesukaan pada aroma dan cita rasa pada kopi arabika menggunakan media bioslurry.
2. Suhu yang paling tepat untuk fermentasi kopi arabika dengan menggunakan media bioslurry adalah pada perlakuan A₂B₃ dengan suhu 35°C dan waktu fermentasi 6 hari mendapatkan hasil rerata kadar air 5,77% bb, kadar abu 3,85 % bk, total asam 10,23 % bk, gula reduksi 0,41 %.
3. Berdasarkan uji kesukaan, bio coffee yang terbaik adalah pada perlakuan A₃B₃ dengan suhu 40°C dan lama fermentasi 6 hari mendapatkan hasil skor rerata aroma 5,4333 dan cita rasa 5,8333 yaitu agak suka.

DAFTAR PUSTAKA

-
- Anonim, 2012a. *Proses Pembuatan Kopi Luwak*. [http:// proses-pembuatan-kopi- luwak.html](http://proses-pembuatan-kopi-luwak.html). Akses Tanggal 20 Mei 2014. Yogyakarta
- Anonim, 2012b. *Pengolahan Kopi Cara Kering* [http:// www.starfarmagris.co.cc.html](http://www.starfarmagris.co.cc.html). Akses Tanggal 20 Mei 2014. Yogyakarta
- Brooker, D. B., F. W. Bakker-arkema and C. W. Hall, 1974. *Drying Cereal Grains*. The AVI publishing Company, Inc. Wesport.
- Kapilo, Wordpress.com /2012/05/09 *reaktor biogas - rumah*
- Rahardjo, Pudji. 2012. *Panduan Budidaya dan Pengolahan Kopi Arabika dan Robusta*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Ridwansyah. 2003. *pengolahan Kopi*. Skripsi. Sumatra Utara. Medan
- Siswanto, Widiyastuti, Y. 2004. *Penanganan Hasil Panen Tanaman Obat Komersial*, Edisi Revisi. Penebar Swadaya. Depok.
- Sri Najiyati dan Danarti. 2004. *Budidaya Tanaman Kopi dan Penanganan Pasca Panen*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Universitas Sumatra Utara. 2012. *chapter II*. Diakses pada tanggal 29 mei 2014 dari [http:// google.com](http://google.com)
- Winarno, F. G., 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

T1-TI 15

BUBUR INSTAN BERBASIS TEPUNG MILLET PUTIH (*Panicum milaceum* L.) DAN TEPUNG KACANG HIJAU (*Vigna radiata* L.)*Instant Porridge made from White Millet Flour and Mung Bean Flour*

R. Baskara Katri Anandito¹, Edhi Nurhartadi¹, Siswanti¹, dan Maya Puspita Febriyanti²

¹ Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami No.36A Ketingan Surakarta Telp. (0271) 637457

² Alumni Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret
Surakarta

E-mail : anandito_ito@yahoo.com

ABSTRACT

The objectives of this study were to determine the best formula of instant porridge made from white millet (*Panicum milaceum* L.) flour and mung bean (*Vigna radiata* L.) flour based on sensory evaluation, to determine chemical properties of selected instant porridge formula, and to predict the shelf life of selected instant porridge formula. The ingredients of instant porridge were white millet flour, mung bean flour, milk powder, sugar, and salt. The selected formula was obtained from formulation with the best consumer acceptance. Instant porridge shelf life was determined by Accelerated Shelf Life Test with Moisture Sorption Isotherm model. The result showed that selected formula was 35.42 % white millet flour, 35.42 % mung bean flour, 17.71 % milk powder, 10.41 % sugar, and 1.04 % salt. The chemical compositions of selected formula were 5.72 % moisture content, 3.74 % ash, 6.07 % fat, 10.18 % protein, and 74.27 % carbohydrate. Total calori of selected formula was 213.63 kkal. The predicted of instant porridge shelf life was 330 days if packed in polypropylene 0.08 mm.

Keywords : instant porridge, white millet flour, mung bean flour, sensory evaluation, chemical composition, shelf life

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah menentukan formula bubur instan berbasis tepung millet putih dan tepung kacang hijau berdasarkan sifat sensoris, menentukan sifat kimia bubur instan formula terpilih, dan menentukan umur simpan bubur instan formula terpilih. Bubur instan dibuat dari tepung millet putih (*Panicum milaceum* L.), tepung kacang hijau (*Vigna radiata* L.), susu bubuk, gula, dan garam. Pemilihan formula terpilih berdasarkan sifat sensoris terhadap lima atribut mutu, yaitu warna, aroma, rasa, tekstur, dan keseluruhan. Selanjutnya, dilakukan analisa proksimat dan nilai kalori pada bubur instan formula terpilih. Penentuan umur simpan bubur instan formula terpilih menggunakan metode Accelerated Shelf Life Test (ASLT) model kadar air kritis pendekatan Isotherm Sorpsi Lembab (ISL). Hasil penelitian menunjukkan bahwa formula terpilih bubur instan berdasarkan sifat sensoris adalah 35.42 % tepung millet putih, 35.42 % tepung kacang hijau, 17.71 % susu bubuk, 10.41 % gula halus, dan 1.04 % garam. Sedangkan komposisi kimia bubur instan formula terpilih kadar air 5.72 %, kadar abu 3.74 %, kadar lemak 6.07 %, kadar protein 10.18 %, dan kadar karbohidrat 74.27 %. Nilai kalori setiap 48 gram adalah 213.63 kkal. Umur simpan bubur instan formula terpilih yang dikemas dengan polipropilen ketebalan 0.08 mm adalah 330 hari.

Kata Kunci : bubur instan, tepung millet putih, tepung kacang hijau, sifat sensoris, komposisi kimia, umur simpan

PENDAHULUAN

Indonesia termasuk salah satu negara tropis dengan keanekaragaman yang melimpah, salah satunya adalah keanekaragaman dalam hal jenis tanaman pangan. Beberapa jenis tanaman pangan lokal seperti sereal, umbi-umbian dan kacang-kacangan dapat tumbuh subur hampir di seluruh wilayah Indonesia. Menurut Almatsier (2001) diversifikasi pangan merupakan upaya untuk menganekaragamkan pola konsumsi pangan masyarakat dalam rangka meningkatkan mutu gizi makanan yang dikonsumsi yang pada akhirnya akan meningkatkan status gizi penduduk dan menghindari ketergantungan pada satu jenis makanan tertentu. Salah satu produk olahan pangan yang dapat dikembangkan adalah bubur instan. Bubur merupakan makanan dengan tekstur lunak sehingga mudah untuk dicerna yang termasuk makanan cepat saji sehingga mudah dikonsumsi. Penyajian bubur instan adalah dengan menambahkan air panas sehingga mudah larut.

Millet putih (*Panicum milaceum* L) merupakan salah satu komoditas lokal yang memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku bubur instan. Penelitian tentang pemanfaatan millet sebagai pangan sudah banyak dilakukan. Rachmawanti, dkk (2010), telah melakukan penelitian tentang pemanfaatan millet kuning sebagai substitusi tepung terigu dalam pembuatan mi kering. Millet kuning juga dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan makanan pendamping ASI (Anandito, dkk., 2010; Pramesta, dkk., 2012; Husna, dkk., 2012; Arifianti, dkk., 2012; dan Ardhiandito, dkk., 2013). Millet putih merupakan salah satu bahan pangan sumber karbohidrat. Menurut Faesal (2013) kandungan nutrisi dari millet putih (proso millet) adalah kadar karbohidrat 80.4%; kadar protein 12.3%; kadar lemak 1.7% dan serat kasar 0.9%.

Untuk meningkatkan kadar protein bubur instan, maka diperlukan bahan lain, yaitu kacang hijau. Menurut Diniyati (2012) dalam 100 gram kacang hijau mengandung 22 gram protein yang kaya akan asam amino lisin (7.94%), 125 mg kalsium, 320 mg fosfor dan 1.2 gram lemak. Lemak kacang hijau tersusun atas 73% asam lemak tak jenuh dan 27% asam lemak jenuh. Dalam penelitian sebelumnya kacang hijau telah banyak digunakan sebagai sumber protein untuk pembuatan produk pangan, seperti penelitian yang dilakukan oleh Suarni (2009) yang memanfaatkan kacang hijau sebagai sumber protein dalam pembuatan produk makanan ringan (*flakes*) berbasis tepung jagung. Pratama dan Nisa (2014), menggunakan kacang hijau sebagai bahan tambahan pembuatan mie kering. Sedangkan Sidabutar, dkk (2013), menggunakan kacang hijau dalam pembuatan *cookies*.

Bubur instan berbasis millet putih dan kacang hijau rentan terhadap kerusakan akibat penyerapan uap air dari lingkungan. Kerusakan fisik yang utama adalah terjadinya penggumpalan pada bubur instan. Penggumpalan sering menyebabkan perubahan kelarutan, kenaikan oksidasi lemak dan aktivitas enzim, kehilangan cita rasa dan kerenyahan, penurunan kualitas organoleptik, dan umur simpan (Chung et al., 2000). Umur simpan menjadi sangat penting untuk diketahui. Menurut Labuza (1982), umur simpan adalah lamanya waktu sebuah produk masih dapat memenuhi kualitas mutu yang diharapkan oleh konsumen.

Pendugaan umur simpan produk dapat ditetapkan dengan dua metode yaitu *Extended Storage Studies* (ESS) dan *Accelerated Shelf Life Test* (ASLT). ESS adalah penentuan tanggal kadaluwarsa dengan cara menyimpan suatu seri produk pada kondisi normal sehari-hari sambil dilakukan pengamatan terhadap penurunan mutunya hingga mencapai mutu kadaluwarsa. Metode ini sangat akurat dan te-pat, namun pelaksanaannya memerlukan waktu yang panjang dan analisis karakteristik mutu yang dilakukan relatif banyak. Adapun pendugaan umur simpan dengan metode ASLT selain memiliki akurasi yang cukup tinggi juga bersifat lebih efisien karena melakukan percepatan (*acceleration*) reaksi penurunan mutu produk (Ellis, 1994). Pada penelitian ini, untuk menentukan umur simpan bubur instan digunakan metode ASLT model kadar air kritis dengan pendekatan Isotherm Sorpsi Lembab (ISL).

Tujuan dari penelitian ini adalah memperoleh formula bubur instan berbasis tepung millet putih dan kacang hijau terbaik berdasarkan sifat sensoris, menentukan sifat kimia bubur instan formula terpilih, serta menentukan umur simpannya.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan utama yang digunakan dalam pembuatan bubur instan ini adalah millet putih (*Panicum milaceum L.*) dan kacang hijau (*Vigna radiata L.*) yang diperoleh dari Pasar Gede di Surakarta. Sedangkan bahan pembantu berupa susu bubuk, gula halus, dan garam. Bahan pengemas yang digunakan dalam penelitian ini adalah plastik jenis polipropilen dengan ketebalan 0.08 mm.

Pembuatan Tepung Millet Putih

Millet putih dihilangkan kulit arinya kemudian dilakukan pengecilan ukuran terhadap endospermnya. Setelah itu, dilakukan pengayakan 80 mesh sehingga didapatkan tepung millet putih.

Pembuatan Tepung Kacang Hijau

Biji kacang hijau kering, direndam selama 8 jam kemudian dibuang kulitnya yang berwarna hijau. Selanjutnya, biji kacang hijau kupas yang telah direndam kemudian dikukus hingga pecah dengan suhu 100°C selama 30 menit. Biji kacang hijau kupas yang telah dikukus kemudian dikeringkan dengan *cabinet dryer* dengan suhu 55°C selama 8 jam setelah itu dikecilkan ukurannya kemudian diayak 80 mesh dan dihasilkan tepung kacang hijau (Sidabutar, dkk., 2013).

Penentuan Formula Awal Bubur Instan

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan bubur instan ini adalah tepung millet putih sebagai sumber karbohidrat, tepung kacang hijau sebagai sumber protein, susu sebagai sumber protein dan lemak serta gula dan garam untuk menambah cita rasa. Penentuan formula awal produk ini berdasarkan *trial* dengan beberapa formula yang

berbeda kemudian dipilih formula dengan rasa yang terbaik. Dari formula awal tersebut kemudian dilakukan variasi terhadap jumlah bahan baku yang dipakai. Formula bubur instan yang dihasilkan adalah formula 1 (F1) 41.67 % tepung millet putih; 29.17 % tepung kacang hijau; 17.71 % susu bubuk *full cream*; 10.41 % gula halus; dan 1.04 % garam. Formula 2 (F2) 35.42 % tepung millet putih; 35.42 % tepung kacang hijau; 17.71 % susu bubuk *full cream*; 10.41 % gula halus; dan 1.04 % garam. Formula 3 (F3) 29.17 % tepung millet putih; 41.67 % tepung kacang hijau; 17.71 % susu bubuk *full cream*; 10.41 % gula halus; dan 1.04 % garam.

Pembuatan Bubur Instan

Pembuatan bubur instan dilakukan berdasar metode yang dilakukan oleh Slamet (2011). Bahan yang digunakan dalam pembuatan bubur instan yaitu tepung millet putih, tepung kacang hijau, susu bubuk, gula dan garam dicampur, kemudian ditambah air dengan perbandingan air : campuran bahan adalah 5:1. Kemudian campuran tersebut dimasak hingga tergelatinisasi sehingga diperoleh *slurry*. *Slurry* tersebut kemudian dikeringkan dengan *drum dryer* dengan suhu 140°C. Hasil dari pengeringan adalah berupa *flake* tepung campuran. *Flake* tersebut selanjutnya dikecilkan ukurannya dan diayak dengan ukuran saringan 60 mesh sehingga dihasilkan tepung bubur instan.

Pengujian Sifat Sensoris Bubur Instan

Ketiga formula bubur instan selanjutnya diuji sifat sensorisnya untuk mengetahui tingkat penerimaan konsumen terhadap produk sehingga didapatkan formula terpilih. Uji sensoris dilakukan dengan uji kesukaan metode *scoring* (Setyaningsih dkk, 2010) yang dilakukan oleh 30 orang panelis tidak terlatih. Penyajian bubur instan dilakukan dengan cara menambahkan air panas ($\pm 80^{\circ}\text{C}$) pada tepung bubur instan dengan perbandingan tepung bubur instan : air adalah 1 : 4 sambil diaduk sampai terbentuk tekstur yang kental. Uji sifat sensoris yang dilakukan meliputi lima parameter yaitu warna, aroma, rasa, tekstur dan *overall*.

Analisis Kimia Bubur Instan

Bubur instan formula terpilih berdasarkan sifat sensoris selanjutnya dianalisis secara kimia untuk mengetahui nilai gizinya. Komponen yang diuji adalah kadar air, kadar lemak, kadar protein, kadar abu, dan kadar air *by different* (AOAC, 1995). Sedangkan analisa total kalori menggunakan *Bomb Calorimeter* (Mulyaningsih dan Rosida, 2002).

Penentuan Kurva Isotherm Sorpsi Lembab (ISL)

Penentuan kurva ISL menggunakan metode termogravimetri statis (Labuza, 1984). Untuk pengaturan kelembaban relatif (RH) yang berbeda-beda, digunakan larutan garam jenuh yaitu LiCl, MgCl₂, K₂CO₃, Mg(NO₃)₂, NaNO₂, NaCl, KCl, K₂SO₄. Persamaan kurva ISL dinyatakan dalam persamaan model GAB (*Guggenheim Anderson de Boer*) :

$$\frac{M}{M_0} = \frac{K \cdot c \cdot a_w}{(1 - K \cdot a_w)(1 - K \cdot a_w + c \cdot K \cdot a_w)}$$

Dengan M adalah kadar air, M_0 adalah kadar air monolayer, a_w adalah aktivitas air, C dan k adalah konstanta persamaan GAB (Labuza, 1984). Nilai K, C dan M_0 ditentukan dengan cara yang dilakukan oleh Bizot (1983), yaitu

1. modifikasi persamaan GAB menjadi :

$$\frac{a_w}{M} = \frac{(1 - K \cdot a_w)(1 - K \cdot a_w + C \cdot K \cdot a_w)}{K \cdot C \cdot M_0}$$

2. penyusunan ulang persamaan GAB sehingga diperoleh :

$$\frac{a_w}{M} = \frac{1}{K \cdot C \cdot M_0} + \frac{(C - 2)}{C \cdot M_0} + \frac{K}{C \cdot M_0} (1 - C) a_w^2$$

$$\frac{a_w}{M} = a_1 + a_2 \cdot a_w + a_3 \cdot a_w^2$$

dengan

$$a_1 = \frac{1}{K \cdot C \cdot M_0}; a_2 = \frac{(C - 2)}{C \cdot M_0}; a_3 = \frac{K}{C \cdot M_0} (1 - C)$$

3. nilai M_0 , K, dan C ditentukan sebagai fungsi dari koefisien (a_1 , a_2 , dan a_3), sehingga diperoleh :

$$K = \frac{-a_2 \pm \sqrt{a_2^2 - 4 \cdot a_1 \cdot a_3}}{2 \cdot a_1}$$

$$C = 2 + \frac{a_2}{a_1 \cdot K}$$

$$M_0 = \frac{1}{a_1 \cdot K \cdot C}$$

Penentuan Permeabilitas Kemasan Terhadap Uap Air

Kemasan yang digunakan adalah polipropilen dengan ketebalan 0,08 mm, luas kemasan 10 cm x 10 cm. Untuk menentukan permeabilitas kemasan, digunakan desikan berupa silika gel. Silika gel dimasukkan dalam kemasan yang akan ditentukan permeabilitasnya terhadap uap air. Silika gel beserta kemasannya ditimbang untuk mengetahui berat awal dan selanjutnya dimasukkan dalam toples kaca tertutup yang berisi larutan NaCl jenuh. Penentuan permeabilitas kemasan ini dilakukan pada suhu 28°C dan RH 75.62%. Untuk mengatur RH ruangan dalam toples kaca agar mencapai 75.62% maka digunakan larutan NaCl jenuh.

Selanjutnya setiap sehari sekali, silika gel dan kemasannya ditimbang untuk mengetahui perubahan berat silika gel. Perubahan berat tersebut menunjukkan bahwa ada uap air yang diserap oleh silika gel. Untuk menentukan permeabilitas kemasan terhadap uap air diperlukan minimal 5 data. Setelah didapatkan 5 data, maka dibuat grafik dengan berat total silika gel dan kemasan sebagai sumbu Y, sedangkan waktu pengamatan sebagai sumbu X. Dari grafik tersebut nantinya dapat diketahui slope. Untuk menghitung permeabilitas kemasan terhadap uap air, maka digunakan persamaan (Labuza, 1984) :

$$k/x = \frac{\Delta w / \Delta \theta}{A \times P_{out}}$$

Dengan k/x adalah permeabilitas kemasan ($\text{g H}_2\text{O}/\text{hari.m}^2.\text{mmHg}$), $\Delta w / \Delta \theta$ adalah slope ($\text{g H}_2\text{O}/\text{hari}$), A adalah luas penampang kemasan (m^2) dan P_{out} adalah tekanan uap air pada suhu penyimpanan x RH (mmHg).

Penentuan Umur Simpan Bubur Instan

Penentuan umur simpan bubur instan dilakukan berdasarkan metode ASLT model kadar air kritis dengan pendekatan ISL (Labuza, 1984), menggunakan persamaan yaitu:

$$\ln \left(\frac{M_e - M_i}{M_e - M_c} \right) = \left(\frac{k}{x} \right) \left(\frac{A}{W_s} \right) \left(\frac{P_o}{b} \right) \theta$$

Dengan M_e adalah kadar air pada kondisi seimbang dengan suhu dan RH udara luar berdasarkan perkiraan garis lurus ($\text{g air}/100 \text{ g bahan kering}$); M_i adalah kadar air awal produk ($\text{g air}/100 \text{ g bahan kering}$); M_c adalah kadar air kritis ($\text{g air}/100 \text{ g bahan kering}$); k/x adalah permeabilitas kemasan ($\text{g air}/\text{hari.m}^2.\text{mmHg}$); A adalah luas permukaan kemasan (m^2); W_s adalah berat kering produk dalam kemasan (g); P_o adalah tekanan uap air murni pada suhu pengujian (mmHg); b adalah slope kurva ISL di daerah operasi penyimpanan; θ adalah umur simpan (hari).

Pada penentuan umur simpan diasumsikan bahwa selama penyimpanan, suhu dan RH tetap yaitu pada 28°C dan RH 75%. Kemasan yang digunakan adalah polipropilen dengan ketebalan 0.08 mm, luas kemasan 10 cm x 10 cm dengan berat produk setiap kemasan adalah 48 gram.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Sensoris Bubur Instan

Pengujian sifat sensoris merupakan cara-cara pengujian terhadap sifat-sifat bahan pangan dengan menggunakan indera manusia termasuk indera penglihatan, perasa dan pembau. Dalam penelitian ini pengujian sensoris menggunakan uji kesukaan dengan metode *scoring* untuk memilih atau menentukan formula terbaik berdasarkan kesukaan panelis terhadap bubur instan berbahan dasar tepung millet putih dan tepung kacang hijau meliputi parameter warna, aroma, rasa, tekstur dan keseluruhan (*overall*). Data hasil pengujian sensoris ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Sifat Sensoris Bubur Instan Berbasis Tepung Millet Putih dan Tepung Kacang Hijau

Formula	Parameter				
	Warna	Aroma	Rasa	Tekstur	Overall
F1	4.17 ^b	2.97 ^a	2.77 ^a	3.27 ^a	3.10 ^a
F2	3.50 ^a	3.23 ^a	2.53 ^a	3.43 ^a	3.13 ^a
F3	3.43 ^a	3.00 ^a	2.67 ^a	2.93 ^a	2.87 ^a

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada tiap kolom menunjukkan adanya beda nyata pada taraf signifikansi $\alpha = 5\%$

Hasil uji sensoris menunjukkan bahwa untuk parameter warna, F1 berbeda nyata dengan kedua formulasi yang lain. Sampel F2 dan F3 tidak menunjukkan adanya beda nyata. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa semakin banyak penggunaan tepung kacang hijau warna bubur yang dihasilkan semakin tidak disukai oleh panelis. Hal ini disebabkan tingginya protein pada tepung kacang hijau dapat menimbulkan reaksi *Maillard* yang menimbulkan warna gelap saat proses pemasakan. Reaksi *Maillard* adalah terbentuknya warna gelap pada suatu bahan yang terjadi karena adanya reaksi antara gula reduksi dan protein pada saat pemanasan lebih dari 35°C.

Untuk parameter aroma, rasa, tekstur, dan *overall*, variasi penggunaan tepung millet putih dan tepung kacang hijau tidak memberikan pengaruh yang nyata. Hasil yang tidak berbeda nyata antara ketiga formula tersebut terjadi karena perbandingan jumlah tepung millet dan tepung kacang hijau yang tidak terlalu besar sehingga tidak mempengaruhi keempat parameter tersebut.

Berdasarkan hasil pengujian sifat sensoris pada kelima parameter yaitu warna, aroma, rasa, tekstur dan keseluruhan (*overall*) maka dapat diketahui tingkat kesukaan panelis terhadap masing-masing formula bubur instan pada setiap parameter sehingga dihasilkan formula terpilih. Penentuan formula terpilih tersebut dilakukan dengan mengambil nilai rata-rata terbaik pada masing-masing parameter berdasarkan uji sensoris. Dari hasil pengujian sifat sensoris, dapat disimpulkan bahwa F2 merupakan formula bubur instan terpilih (Tabel 2.).

Tabel 2. Pemilihan Formula Bubur Instan Terbaik Berdasarkan Sifat Sensoris

Formula	Parameter				
	Warna	Aroma	Rasa	Tekstur	Overall
F1	4.17 ^b	2.97 ^a	2.77 ^a	3.27 ^a	3.10 ^a
F2	3.50 ^a	3.23 ^a	2.53 ^a	3.43 ^a	3.13 ^a
F3	3.43 ^a	3.00 ^a	2.67 ^a	2.93 ^a	2.87 ^a

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada tiap kolom menunjukkan adanya beda nyata pada taraf signifikansi $\alpha = 5\%$

Sifat Kimia Bubur Instan Formula Terpilih

Analisis kimia dilakukan untuk mengetahui kandungan kimia bubur instan berbasis tepung millet putih dan tepung kacang hijau, kemudian dibandingkan dengan bubur instan

komersial. Sifat kimia bubur instan berbasis tepung millet putih dan tepung kacang hijau formula terpilih dibandingkan dengan bubur instan komersial ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Sifat Kimia Bubur Instan Formula Terpilih dengan Bubur Instan Komersial

No.	Komponen	Bubur Instan	Bubur Komersial
1	Kadar air (%wb)	5.72 ^a	5.80 ^a
2	Kadar abu (%db)	3.74 ^b	0.21 ^a
3	Kadar lemak (%db)	6.07 ^a	6.66 ^a
4	Kadar protein (%db)	10.18 ^b	4.44 ^a
5	Kadar karbohidrat (%db)	74.27 ^a	75.48 ^b
6	Total kalori (kkal)	213.63 ^b	170 ^a

Keterangan : Notasi huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan beda nyata pada taraf signifikansi 5%

Setelah dilakukan analisis secara statistik dengan menggunakan T-Test dengan taraf signifikansi 5% menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata antara kadar air dan kadar lemak bubur instan berbahan dasar tepung millet putih dan tepung kacang hijau dengan bubur komersial. Sedangkan kadar abu, kadar protein, kadar karbohidrat, dan total kalori memberikan hasil yang berbeda nyata.

Tabel 3 menunjukkan bahwa kadar abu pada bubur instan berbahan dasar tepung millet putih dan tepung kacang hijau sebesar 3.74%, sedangkan kadar air pada bubur komersial adalah 0.21%. Penggunaan tepung millet putih dan tepung kacang hijau berpengaruh terhadap kadar abu bubur instan. Hal ini disebabkan menurut Astawan (2009) kacang hijau mengandung vitamin dan mineral. Mineral seperti kalsium, fosfor, besi, natrium dan kalium banyak terdapat pada kacang hijau. Selain itu kadar abu tepung millet putih sebesar 1.16% dan kadar abu tepung kacang hijau sebesar 1.99% lebih besar dibandingkan kadar abu tepung beras yang merupakan bahan baku pembuatan bubur komersial yaitu 1.1% (Koswara, 2009).

Kadar protein bubur instan berbahan dasar tepung millet putih dan tepung kacang hijau adalah 10.18% dan kadar protein pada bubur komersial adalah 4.44%. Penggunaan tepung millet putih dan tepung kacang hijau berpengaruh terhadap kadar protein bubur instan. Hal ini disebabkan penggunaan tepung kacang hijau yang berasal dari jenis kacang-kacangan memiliki kandungan protein yang tinggi yaitu sebesar 18,78. Sedangkan tepung beras sebagai bahan baku pembuatan bubur komersial lebih didominasi oleh kandungan karbohidrat yaitu 91.51% dibandingkan kandungan proteinnya yaitu sebesar 7.35% (Koswara, 2009).

Kadar karbohidrat bubur instan berbahan dasar tepung millet putih dan tepung kacang hijau adalah 74.27 %, sedangkan kadar karbohidrat pada bubur komersial adalah 75.48%. Tepung millet putih dan tepung kacang hijau sebagai bahan baku yang digunakan dalam pembuatan bubur instan mengandung karbohidrat yang lebih kecil, yaitu tepung kacang hijau sebesar 64.01% dan tepung millet putih sebesar 78.46%, dibandingkan tepung beras

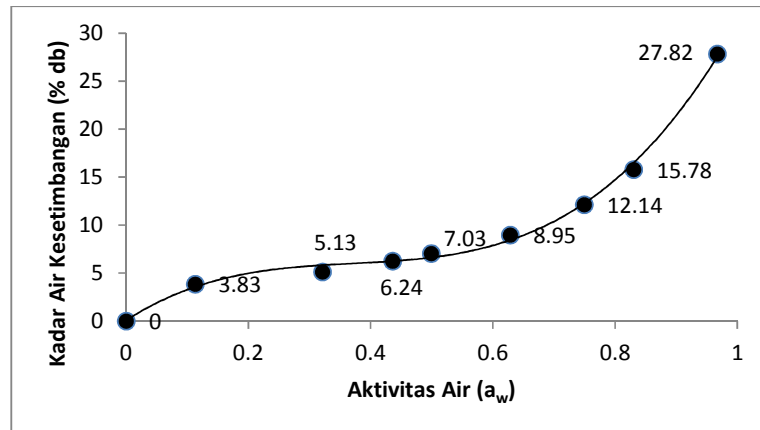
sebagai bahan baku pembuatan bubur komersial yang didominasi oleh karbohidrat yaitu sebesar 91,51% (Koswara, 2009).

Tabel 3 menunjukkan bahwa total kalori bubur instan berbahan dasar tepung millet putih dan tepung kacang hijau adalah 213.63 kkal, sedangkan total kalori pada komersial adalah 170 kkal. Total kalori dipengaruhi oleh jumlah lemak, protein dan karbohidrat. Lemak menyumbangkan 9 kilokalori setiap gram sedangkan protein dan karbohidrat hanya menyumbangkan 4 kilokalori setiap gramnya. Berdasarkan analisis kimia dihasilkan perbedaan yang tidak signifikan pada kadar lemak dan kadar karbohidrat antara bubur komersial dan bubur instan berbahan dasar tepung millet putih dan tepung kacang hijau, namun terdapat perbedaan yang sangat signifikan pada kadar protein. Bubur instan berbahan dasar tepung millet putih dan tepung kacang hijau memiliki kadar protein yang lebih tinggi. Hal tersebut menyebabkan total kalori pada bubur instan berbahan dasar tepung millet putih dan tepung kacang hijau lebih besar dibandingkan bubur komersial.

Kurva Isotherm Sorpsi Lembab Bubur Instan Formula Terpilih

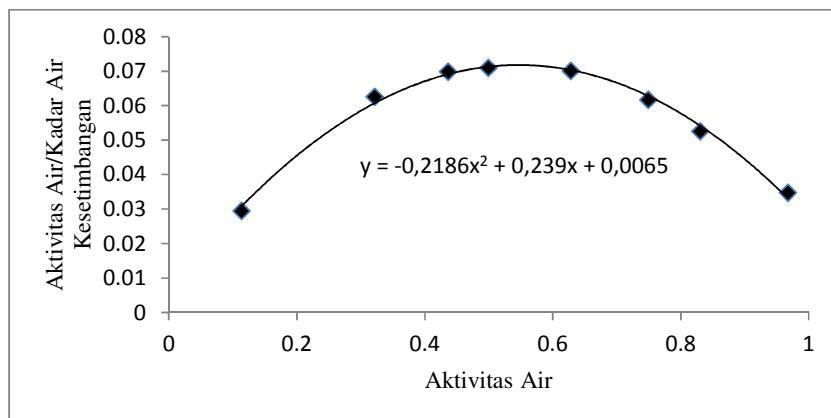
Untuk mengetahui pola penyerapan uap air pada bubur instan berbasis tepung millet putih dan tepung kacang hijau dilakukan dengan cara menyimpan atau mengkondisikan bubur instan pada berbagai tingkat aktivitas air (a_w) dengan menggunakan delapan jenis garam jenuh pada suhu 28°C. Selama penyimpanan akan terjadi pelepasan uap air dari larutan garam dan penyerapan uap air oleh bubur instan atau sebaliknya. Proses tersebut akan terus berlangsung sampai kadar air bubur instan seimbang yang ditandai dengan tercapainya berat konstan pada bubur instan. Kadar air seimbang bubur instan akan memiliki nilai berbeda-beda sesuai dengan kondisi a_w . Setelah dicapai kondisi keseimbangan, maka didapatkan data hubungan antara kadar air seimbang bubur instan dengan a_w pada suhu 28°C. Kurva yang menggambarkan hubungan antara kadar air seimbang bubur instan formula terpilih dengan a_w ditunjukkan pada Gambar 1.

Gambar 1 menunjukkan bahwa kurva isotherm sorpsi lembab bubur instan berbasis tepung millet putih dan tepung kacang hijau yang dihasilkan berbentuk sigmoid (seperti huruf S). Labuza (1984), menyatakan bahwa bahan makanan kering dan sereal memiliki kurva ISL yang mengikuti pola sigmoid. Bentuk sigmoid terjadi karena adanya perbedaan keterikatan air dalam bahan pangan. Bubur instan merupakan salah satu bahan makanan kering sehingga memiliki kurva ISL dengan bentuk sigmoid. Pada kurva berbentuk sigmoid dari bubur instan berbasis tepung millet putih dan tepung kacang hijau terdapat dua lengkungan yaitu lengkungan pertama pada sekitar a_w 0.2 dan lengkungan kedua pada sekitar a_w 0.6. Dua lengkungan tersebut mengindikasikan adanya perubahan sifat fisik kimia pengikatan air dalam bahan.



Gambar 1. Kurva Isotherm Sorpsi Lembab Bubur Instan Formula Terpilih

Kurva ISL bubur instan formula terpilih dinyatakan dalam persamaan GAB (Guggenheim-Anderson dan deBoer). Kurva hubungan antara a_w dengan (a_w / kadar air kesetimbangan) menggunakan persamaan polinomial pangkat dua ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Kurva Hubungan a_w dengan (a_w / Kadar Air Kesetimbangan) Bubur Instan

Persamaan yang didapatkan adalah $y = -0.2186x^2 + 0.239x + 0.0065$. Dari persamaan tersebut didapatkan konstanta-konstanta yang digunakan untuk menghitung variabel K, C dan M_0 yang selanjutnya dimasukkan dalam persamaan umum GAB. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai dari K sebesar 0.89, C sebesar 46.66 dan M_0 sebesar 4.00 yang selanjutnya dimasukkan dalam bentuk umum persamaan GAB sebagai berikut :

$$M = \frac{166,6636 a_w}{1 + 39,833 a_w - 36,32647 a_w^2}$$

Umur Simpan Bubur Instan

Berdasarkan persamaan yang dikemukakan Labuza tentang umur simpan, terdapat beberapa parameter yang dibutuhkan untuk menentukan umur simpan dengan pendekatan kadar air kritis produk. Parameter-parameter tersebut adalah kadar air awal produk (M_0), kadar air keseimbangan (M_e), kadar air kritis produk (M_c), konstanta permeabilitas uap air kemasan (k/x), luas kemasan produk (A), bobot kering produk (W_s), tekanan uap air jenuh (P_0), dan kemiringan kurva isoterm sorpsi lembab (b). Nilai parameter-parameter tersebut ditunjukkan pada Tabel 4.

Bubur instan berbasis tepung millet putih dan tepung kacang hijau, dikemas menggunakan kemasan plastik jenis polipropilen dengan ketebalan 0.08 mm dengan ukuran 10 cm x 10 cm, sehingga luas permukaan kemasan adalah 0.01 m². Berat bubur instan untuk setiap kemasan adalah 48 gram dengan berat solid produk sebesar 45.08 gram. Kondisi penyimpanan diasumsikan pada suhu 28°C yang memiliki tekanan uap sebesar 28.349 mmHg.

Tabel 4. Parameter yang Digunakan dalam Perhitungan Umur Simpan Bubur Instan

Jenis Kemasan	Parameter							
	k/x	M_i	M_c	M_e	A	W_s	P_0	b
PP 0.08 mm	0.03	6.07	8.45	10.3	0.01	45.08	28.349	0.1237

Untuk mengetahui umur simpan bubur instan maka data-data pada Tabel 4 tersebut kemudian dimasukkan ke dalam persamaan Labuza. Dari hasil perhitungan maka didapatkan hasil umur simpan bubur instan berbasis tepung millet putih dan tepung kacang hijau yang dikemas dengan plastik polipropilen 0.08 mm memiliki umur simpan selama 330 hari atau ± 11 bulan.

KESIMPULAN

Formula terpilih bubur instan berdasarkan sifat sensoris adalah 35.42 % tepung millet putih, 35.42 % tepung kacang hijau, 17.71 % susu bubuk, 10.41 % gula halus, dan 1.04 % garam. Sedangkan komposisi kimia bubur instan formula terpilih adalah kadar air 5.72 %, kadar abu 3.74 %, kadar lemak 6.07 %, kadar protein 10.18 %, dan kadar karbohidrat 74.27 %. Nilai kalori setiap 48 gram adalah 213,63 kkal. Umur simpan bubur instan formula terpilih yang dikemas dengan polipropilen ketebalan 0,08 mm adalah 330 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Almatsier, S. 2001. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Anandito, R. B. K, Dian Rachmawanti, dan Esti Widowati. 2010. *Bubur Bayi Kaya Nutrisi Alami Berbahan Baku Tepung Millet Kuning dan Tepung Daun Kelor*, Laporan Penelitian DIPA BLU, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- AOAC. 1995. *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists, Washinton DC.

- Ardianditto, D., R. Baskara Katri Anandito, Nur Her Riyadi Parnanto, dan Dian Rachmawanti. 2013. *Kajian Karakteristik Bubur Bayi Instan Berbahan Dasar Tepung Millet dan Tepung Beras Merah dengan Flavor Alami Pisang Ambon sebagai Makanan Pendamping ASI*, Jurnal Teknosain Pangan vol.2 no.1.
- Arifianti, A., R. Baskara Katri Anandito, Dian Rachmawanti, dan Nur Her Riyadi Parnanto. 2012. *Karakterisasi Bubur Bayi Instan Berbahan Baku Tepung Millet dan Tepung Beras Hitam dengan Flavor Alami Pisang Ambon*, Jurnal Teknosain Pangan vol. 1 no. 1.
- Astawan, Made. 2009. *Sehat dengan Hidangan Kacang dan Biji-bijian*. Penebar Swadaya. Depok.
- Bizot, H. 1983. *Using the GAB Model to Construct Sorption Isotherms*. Dalam: Jowitt, R., Escher, F. dan Vos, G.(eds.) *Physical Properties of Foods*, hal. 43-54. Applied Science Publishers, London, UK.
- Cung M.S, R.R Ruan, P. Chen, S.H, Cung, T.H, Ahn, and K.H Lee. 2000 . *Study Caking in Powdered Foods Using Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy*. J. Appl. Spectrosc. 65 : 134 – 138.
- Diniyati, Bintang. 2012. *Kadar Betakaroten, Protein, Tingkat Kekerasan dan Mutu Sensoris Mie Instan dengan Substitusi Tepung Ubi Jalar Merah dan Kacang Hijau*. Artikel Penelitian. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Ellis M.J. 1994. *The Methodology of Shelf Life Determination*. Dalam *Shelf Life Evaluation of Foods*. C.M.D. Man and A.A.D Jones. Page 27. Blackie Academic and Professional Inc, London.
- Faesar. 2013. *Peningkatan Peran Penelitian Tanaman Serealia Menuju Pangan Mandiri*. Seminar Nasional Serealia. ISBN 978-979-8940-37-8. Balai Penelitian Tanaman Serealia.
- Husna, E. A, Dian Rachmawanti, Kawiji, dan R. Baskara Katri Anandito. 2012. *Karakterisasi Bubur Bayi Instan Berbahan Dasar Tepung Millet dan Tepung Kacang Hijau dengan Flavor Alami Pisang Ambon*, Jurnal Teknosain Pangan vol. 1 no. 1.
- Koswara. 2009. *Teknologi Pengolahan Beras*. ebookpangan.com. Diakses pada 25 Juni 2014 Pukul 15.00 WIB.
- Labuza, T.P. 1984. *Moisture Sorption: Practical Aspects of Isotherm Measurement and Use*. American Association of Cereal Chemist, St Paul, Minnesota.
- Labuza, T.P. 1982. *Shelf Life Dating of Foods*. Foods and Nutrition Press. Inc., Westport, Connecticut.
- Mulyaningsih, Yeni dan J. Rosida. 2002. *Membandingkan Hasil Analisa Energi Total menggunakan Bom Kalorimeter dengan Hasil Analisis Proksimat*. Jurnal Teknis Fungsional Non Penelitian.
- Pramesta, L.D., Dian Rachmawanti, Kawiji, dan R. Baskara Katri Anandito. 2012. *Karakterisasi Bubur Bayi Instan Berbahan Dasar Tepung Millet dan Tepung Kacang Merah dengan Flavor Alami Pisang Ambon*, Jurnal Teknosain Pangan vol. 1 no. 1.

- Pratama, Israzui. A dan F. C. Nisa. 2014. *Formulasi Mie Kering dengan Substitusi Tepung Kimpul dan Penambahan Tepung Kacang Hijau*. Jurnal Pangan dan Agroindustri Vol. 2 No. 4 Hal. 101-112.
- Rachmawati, D; R. B. K. Anandito; dan Lia Umi K. 2010. *Pemanfaatan Millet Kuning sebagai Substitusi Pembuatan mie Kering*, Laporan Penelitian Pemula, Diknas Jateng.
- Setyaningsih, Dwi.,Anton Apriyantondan Maya Puspita Sari. 2010. *AnalisisSensoris*. InstitutPertanian Bogor Press. Bogor.
- Sidabutar, Wita D. R., R. J. Nainggolan dan Ridwansyah. 2013. *Kajian Penambahan Tepung Talas dan Tepung kacang Hijau terhadap MutuCookies*. Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian. Vol. 1 No. 4.
- Slamet, Agus. 2011. *Fortifikasi Tepung Wortel dalam Pembuatan Bubur Instan untuk Peningkatan Provitamin A*. Agointek, Vol.5, No.1.
- Suarni. 2009. *Produk Makanan Ringan (Flakes) Berbasis Jagung dan Kacang Hijau sebagai Sumber Protein untuk Perbaikan Gizi Anak Usia Tumbuh*. Prosding Seminar Nasional Serealialia.

T1-TI 16

KARAKTERISASI PENGEMAS KERTAS AKTIF DENGAN PENAMBAHAN OLEORESIN AMPAS DESTILASI DAUN KAYU MANIS

Characterization of Active Paper Packaging Incorporated with Oleoresin of Cinnamon Leaf Distillation Residues

Lia Umi Khasanah *, Godras Jati Manuhara, Daniel Chisdian Pravitama, Windi Atmaka, Rohula Utami, Kawiji

Prodi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami No. 36 A, Kentingan, Surakarta, Indonesia

*Email: liaumikhasanah@yahoo.co.id

ABSTRACT

*Fresh foods, such as vegetables, fruits or meats, have relatively low shelf life and easily damaged both physically and biologically. The quality of these foods can be maintained by the active packaging. Active packaging is a system that can actively maintain the quality of foods. The purpose of this study were to evaluated the characteristics of the active paper packaging (moisture, tensile resistance, folding endurance, thickness, antimicrobial activity and sensory characteristic) incorporated with oleoresin of cinnamon leaf distillation residues at various concentrations (0%, 2%, 4% and 6%) ; to analyzed functional groups of selected active paper; to investigated the tensile resistance and folding endurance of the selected active paper on the storage time of 0, 5, 10, 15, 20 days; and to determined the antimicrobial activity of the selected active paper (day 20). The results showed that the oleoresin of cinnamon leaf distillation residues addition increased water content and thickness, and decreased tensile resistance and folding endurance of the active papers. Oleoresin concentration of 2% increased the value of the *Aspergillus niger* and *Pseudomonas fluorescens* inhibition, but the microbial inhibition value decreased at higher oleoresin concentrations. Storage of active papers at ambient temperature did not affect the tensile resistance, but decreased the folding endurance and inhibition of microbial. The selective active paper incorporated with cinnamon leaf distillation residues oleoresin contains of linalool, chitosan acetate and tween 80 functional groups, whereas the control paper does not contain linalool functional groups.*

Keywords: active paper, oleoresin, cinnamon leaf.

ABSTRAK

Pangan segar seperti sayur, buah atau daging memiliki umur simpan yang relatif rendah dan mudah rusak baik secara fisik maupun biologis. Kualitas pangan tersebut dapat dipertahankan dengan pengemas aktif. Pengemas aktif adalah suatu sistem yang secara aktif dapat menjaga kualitas pangan. Tujuan penelitian ini adalah pengujian karakteristik kemasan kertas aktif (kadar air, ketahanan tarik, ketahanan lipat, ketebalan, aktifitas antimikroba dan karakteristik sensoris) pada penambahan oleoresin ampas destilasi daun kayu manis berbagai konsentrasi (0%, 2%, 4% dan 6%); analisis gugus fungsi kertas aktif terpilih; pengujian ketahanan tarik dan ketahanan lipat kemasan kertas aktif terpilih pada waktu penyimpanan 0, 5, 10, 15, 20 hari; dan pengujian aktifitas antimikroba kemasan kertas aktif terpilih (hari ke-20). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan oleoresin ampas destilasi daun kayu manis meningkatkan kadar air dan ketebalan, namun menurunkan ketahanan tarik dan ketahanan lipat kertas aktif. Konsentrasi oleoresin 2% meningkatkan nilai penghambatan mikroba *Aspergillus niger* dan *Pseudomonas fluorescens*, tetapi nilai penghambatan mikroba semakin menurun pada konsentrasi oleoresin yang lebih tinggi. Penyimpanan kemasan kertas aktif pada suhu

ruang tidak mempengaruhi ketahanan tarik, namun menurunkan ketahanan lipat dan penghambatan terhadap mikroba. Kertas aktif dengan penambahan oleoresin ampas daun kayu manis terpilih mengandung gugus fungsi linalool, kitosan asetat dan tween 80, sedangkan kertas kontrol tidak mengandung gugus fungsi linalool. Kata kunci: kertas aktif, oleoresin, daun kayu manis

PENDAHULUAN

Bahan makanan segar seperti sayur, buah atau daging memiliki umur simpan yang relatif rendah, selain itu bahan makanan segar juga relatif mudah rusak baik secara fisik maupun biologis. Kandungan gizi yang cukup tinggi dari bahan makanan segar cenderung menarik mikrobia untuk dapat mudah tumbuh dan menyebabkan kebusukan. Hal tersebut menjadi kesulitan tersendiri untuk penyimpanan bahan makanan tersebut terutama saat distribusi dari lahan ke penjual dan dari penjual ke pembeli. Dibutuhkan pengemasan yang baik untuk menghindarkan bahan makanan dari mikroba pembusuk.

Pengemas aktif didefinisikan sebagai satu sistem yang secara aktif dapat merubah kondisi makanan yang dikemas untuk memperpanjang umur. Sistem ini dapat melepaskan senyawa-senyawa yang ada di sekitar, maupun senyawa yang dicampur dalam bahan pengemas. Pengemas aktif menjaga kualitas nutrisi dan keamanan secara mikrobiologi pada makanan yang dikemasnya. Produk akan tahan lebih lama dan tetap terlindungi (Ismariny, 2010). Sifat antimikrobia pada pengemas dapat dimunculkan dengan penambahan berbagai bahan yang mengandung senyawa antimikrobia salah satunya adalah oleoresin kayu manis.

Oleoresin *Cinnamomum zeylanicum* mengandung senyawa aktif eugenol sebesar 87,2% (Singh (2007)). Kandungan oleoresin ampas destilasi daun kayu manis adalah *Eugenol* sebesar 53,99% dan *Benzyl benzoate* sebesar 7,78% (Prasetyawan (2009)). Sedangkan menurut Uyun (2013), oleoresin ampas daun kayu manis mengandung senyawa *Benzyl benzoate* (42,09%), *Linalool* (15,03%), *Cineole* (12,45%), *Rhodium* (4,59%) dan α -pinene (4,53%). *Benzyl benzoate* dan *Eugenol* telah banyak diteliti sebagai antimikroba, anti-inflamasi, analgesik, anti-oksidan dan antikanker (Kamatou (2012)).

BAHAN DAN METODE

A. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) yang diperoleh dari Wonogiri, Jawa Tengah. Bahan – bahan yang digunakan dalam pembuatan kertas adalah aquadest, kertas saring, larutan tween 80, kitosan, asam asetat dan pati tapioka. Uji aktivitas antimikroba menggunakan bakteri *Pseudomonas fluorescens* FNCC 0071 dan *Aspergillus niger* FNCC 6018 dengan media *Nutrient Agar* (NA) dan *Potato Dextrose Agar* (PDA).

B. Metode Penelitian

1. Persiapan Bahan

Daun kayu manis dipisahkan dari rantingnya kemudian dikeringanginkan selama 5 hari. Daun kering selanjutnya dirajang dengan ukuran 1 cm x 1 cm. Proses

destilasi dilakukan dengan destilasi uap selama 4 jam dan tekanan 40 cmHg. Ampas destilasi diberi perlakuan kering angin selama 2 hari. Proses kering angin dilakukan satu lapis diatas paranet yang tergantung agar angin dapat mengalir dari atas dan juga dari bawah sehingga bagian bawah tidak lembab yang dapat menyebabkan tumbuhnya jamur dengan kadar air kurang dari 11%.

2. Pembuatan Oleoresin

Ampas destilasi daun kayu manis dimaserasi selama 5 jam pada suhu 78°C menggunakan pelarut etanol 70% dengan perbandingan bahan dan pelarut 1:6. Kemudian dilakukan filtrasi dan evaporasi filtrat menggunakan alat *rotary evaporator* untuk memisahkan pelarut dengan oleoresin pada suhu 64°C.

3. Pembuatan Kertas

Kertas saring dipotong ukuran 2 mm x 2 mm, direndam dengan aquades selama 24 jam kemudian ditambahkan aquades hingga 250 ml dan dihancurkan menggunakan blender hingga menjadi pulp. Kemudian ditambahkan pati tapioka sebanyak 30%. Bubuk kitosan sebanyak 3 % dimasukkan kedalam gelas beker yang berisi 100 ml asam asetat 1 % kemudian diaduk hingga menjadi larutan. Oleoresin dengan konsentrasi 2%, 4% dan 6% ditambahkan ke dalam 50 mL aquades kemudian dimasukan Tween 80 sampai oleoresin larut dalam air, dan diaduk dengan bantuan *magnetic stirrer* hingga terbentuk emulsi. Sedangkan untuk sampel kontrol dibuat kertas tanpa penambahan konsentrasi oleoresin.

Semua bahan dicampur hingga menjadi pulp kemudian ditambahkan larutan kitosan dan emulsi oleoresin ampas daun kayu manis dicampur perlahan kemudian diblender selama 5 menit, kemudian dituang ke dalam alat pencetak hingga rata dan terbentuk lembaran kertas basah berukuran 20 cm x 30 cm. Lembaran kertas basah diratakan kemudian diberi kain di atasnya untuk ditekan (*press*) diantara permukaan kaca hingga rata. Lembaran kertas basah dikeringkan pada suhu kamar selama 48 jam, setiap 24 jam dilakukan pembalikan pada kertas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Kertas

1. Karakteristik Fisik

Tabel 1. Hasil Analisis Karakteristik Fisik Kertas Aktif

Konsentrasi oleoresin	Kadar air (%)	Ketebalan (mm)	Ketahanan Tarik (N/mm)	Ketahanan Lipat
0%	7,16 ^a ± 0,14	0,80 ^a ± 0,14	1,47 ^a ± 0,04	1,90 ^a ± 0,02
2%	6,66 ^a ± 0,24	0,86 ^{ab} ± 0,11	1,21 ^b ± 0,07	1,40 ^b ± 0,02
4%	6,75 ^a ± 0,30	0,88 ^b ± 0,14	0,95 ^c ± 0,04	1,07 ^c ± 0,01
6%	7,06 ^a ± 0,69	0,91 ^b ± 0,13	0,70 ^d ± 0,04	0,72 ^d ± 0,03

Keterangan : Notasi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi 5%

a. Kadar Air

Kadar air kertas semakin meningkat seiring dengan penambahan oleoresin namun tidak menunjukkan hasil yang beda nyata. Menurut SNI 7274:2008 rentang kadar air untuk kertas cetak A sebesar 4,5 – 6 %. Kadar air juga berpengaruh terhadap nilai Aw, semakin kecil nilai kadar air maka Aw semakin kecil dan kemungkinan tumbuhnya mikroba pembusuk juga semakin kecil.

b. Ketebalan

Semakin besar penambahan oleoresin maka nilai ketebalan kertas semakin besar, namun tidak terdapat beda nyata antar perlakuan. Hal tersebut berhubungan dengan nilai kadar air. Nilai ketebalan dipengaruhi banyaknya air yang terkandung dalam kertas sehingga ukuran kertas semakin tebal. Menurut SNI 6021:2009 tentang kertas glassin nilai ketebalan standar yaitu sebesar 0,28-0,63.

c. Ketahanan Tarik

Semakin tinggi penambahan oleoresin berbanding terbalik dengan nilai ketahanan tarik. Hal tersebut dikarenakan semakin besar konsentrasi oleoresin yang ditambahkan membutuhkan Tween 80 semakin banyak sebagai *emulsifier*. Untuk penambahan konsentrasi oleoresin 2%, 4%, 6% berurut-urut sebesar 2, 4, dan 6 tetes. Tween 80 diduga memberikan pengaruh terhadap karakteristik kertas menjadi lebih rapuh karena ukuran globula yang semakin besar. Herawati (2012) menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi tween 80 yang ditambahkan maka kestabilan emulsi semakin baik namun partikel globula yang dihasilkan semakin besar sehingga banyak terdapat rongga udara. Globula semakin membesar dikarenakan karakteristik tween 80 yang mudah membentuk buih atau rongga udara. Hal tersebut dapat mempengaruhi nilai ketahanan tarik kertas terkait tingkat kesolidan kertas. Menurut SNI ISO 7274-2008 nilai minimal ketahanan tarik kertas sebesar 2 N/mm.

d. Ketahanan Lipat

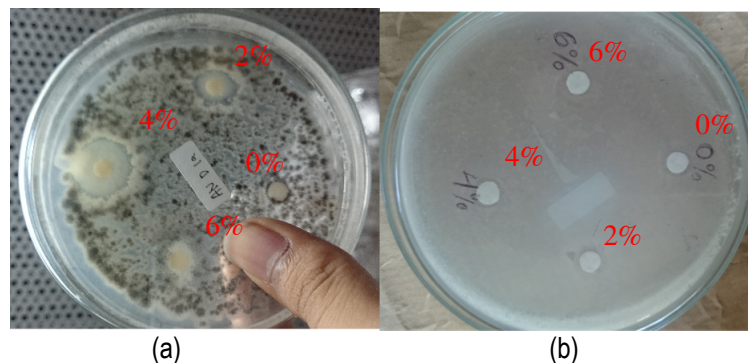
Semakin tinggi perlakuan penambahan oleoresin yang diberikan pada kertas berbanding terbalik dengan nilai ketahanan lipat. Tabel 1 menunjukkan variasi konsentrasi oleoresin yang ditambahkan dalam kertas memberikan beda nyata pada tiap konsentrasi. Menurut Peraturan Kepala Arsip Nasional Republik Indonesia Nomor 30 Tahun 2011 minimal nilai ketahanan lipat kertas arsip yaitu sebesar 2,18. Semakin banyak jumlah lipatan ganda yang dihasilkan menghasilkan nilai ketahanan tarik yang semakin besar yang menandakan kualitas kertas dari parameter ini semakin baik.

2. Karakteristik Mikrobiologi

Tabel 2 Hasil Uji Antimikroba Kertas Aktif

Konsentrasi oleoresin	<i>Pseudomonas fluorescens</i> (mm)	<i>Aspergillus niger</i> (mm)
0%	6,05 ^a ± 0,08	8,40 ^a ± 0,11
2%	6,56 ^a ± 0,08	22,56 ^b ± 0,28
4%	6,50 ^a ± 0,04	19,51 ^b ± 0,20
6%	6,21 ^a ± 0,07	15,98 ^{ab} ± 0,08

Keterangan : Notasi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi 5%



Gambar 1. Hasil uji antimikroba (a) uji antimikroba pada *Aspergillus niger*(b) uji antimikroba pada *Pseudomonas fluorescens*

Nilai penghambatan terbesar terhadap mikroba *Pseudomonas fluorescens* pada perlakuan penambahan oleoresin sebanyak 2% sebesar 6,56 mm yang tergolong dalam daerah hambatan kategori sedang. Penentuan kriteria ini berdasarkan Davis dan Stout (1971) dalam Dewi (2010) yang melaporkan bahwa ketentuan kekuatan daya antibakteri sebagai berikut: daerah hambatan 20 mm atau lebih termasuk sangat kuat, daerah hambatan 10-20 mm kategori kuat, daerah hambatan 5-10 mm kategori sedang, dan daerah hambatan 5 mm atau kurang termasuk kategori lemah.

Gambar 1 menunjukkan bahwa besar nilai hambatan mikroba *Aspergillus niger* terbesar terdapat pada kertas dengan penambahan konsentrasi oleoresin 2% sebesar 22,5 mm. Nilai hambatan mikroba terendah pada kertas dengan penambahan konsentrasi 0% dengan nilai 8,40 mm. Berdasarkan Tabel 2 perlakuan penambahan oleoresin dalam kertas memiliki beda nyata bila dibandingkan dengan kertas tanpa perlakuan penambahan oleoresin, hal tersebut dikarenakan oleoresin daun kayumanis yang ditambahkan diduga memiliki kandungan senyawa antimikrobia linalool.

Nilai penghambatan terbesar terhadap *Aspergillus niger* terdapat pada penambahan oleoresin 2% sebesar 22,56 mm yang tergolong dalam daerah hambatan kategori sangat kuat. Penambahan konsentrasi oleoresin pada kertas berbanding terbalik terhadap besar zona penghambatan yang terbentuk. Menurut Rasoul (2012) linalool dapat menghambat *Aspergillus fumigatus* pada konsentrasi 0,196 - 0,307 mg/ml. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian pada penambahan konsentrasi sebesar 2% atau setara 2% memiliki zona penghambatan paling besar dan semakin menurun apabila konsentrasi bertambah.

Perlakuan penambahan konsentrasi memiliki perbedaan nyata terhadap penghambatan mikroba dibanding dengan kontrol. Penambahan konsentrasi

oleoresin berbanding terbalik dengan besar penghambatan yang terbentuk bila dibandingkan dengan perlakuan penambahan konsentrasi oleoresin lainnya namun tidak berbeda nyata. Gambar 1 menunjukkan adanya peningkatan nilai penghambatan pada penambahan konsentrasi 2% namun setelah itu terjadi penurunan besar penghambatan pada penambahan konsentrasi 4% dan 6%. Hal tersebut dikarenakan konsentrasi 2% kemungkinan merupakan konsentrasi minimal untuk menghambat, namun apabila konsentrasi ditambah tidak dapat menghambat dengan maksimal dalam artian mematikan mikroba.

Menurut Elifah (2010) dalam Utami (2013) diameter zona hambat tidak selalu naik sebanding dengan naiknya konsentrasi antibakteri, kemungkinan ini terjadi karena perbedaan kecepatan difusi senyawa antibakteri pada media agar serta jenis dan konsentrasi senyawa antibakteri yang berbeda juga memberikan diameter zona hambat yang berbeda pada lama waktu tertentu. Kecepatan difusi senyawa antimikroba mengalami penghambatan seiring penambahan konsentrasi oleoresin karena membuat kertas memiliki kadar air semakin tinggi dan semakin tebal. Semakin tinggi nilai kadar air menunjukkan bahwa selama proses pengeringan air dapat tertahan didalam kertas namun yang teruapkan adalah senyawa aktif oleoresin yang bersifat hidrofobik. Semakin tebal kertas yang dihasilkan juga akan mengurangi kemampuan difusi senyawa aktif karena hambatan senyawa aktif untuk dapat termigrasi semakin besar hal tersebut menyebabkan nilai hambat mikroba semakin turun seiring penambahan konsentrasi oleoresin pada kertas.

Kertas dengan konsentrasi 0% memiliki zona penghambatan mikroba untuk kedua jenis mikroba yang diuji. Hal tersebut karena bahan tambahan lain yang ditambahkan yaitu khitosan juga memiliki kemampuan antimikroba. Bordenave (2010) menyatakan semua film yang terbuat dari khitosan memiliki kemampuan antimikroba terhadap *Salmonella Typhimurium* dan *Listeria monocytogenes* hingga 98%.

3. Uji Sensoris

Tabel 3 menunjukkan hasil uji hedonik atau kesukaan dari kertas aktif dengan penambahan oleoresin ampas destilasi daun kayu manis.

Tabel 3. Hasil Analisis Uji Sensoris Kertas Aktif

Konsentrasi	Warna	Aroma	Tekstur	Overall
0%	4,37 ^c	3,03 ^a	3,70 ^b	3,83 ^c
2%	2,60 ^a	3,20 ^a	2,90 ^a	2,70 ^a
4%	2,63 ^a	3,23 ^a	2,93 ^a	2,83 ^a
6%	3,33 ^b	3,27 ^a	3,40 ^b	3,30 ^b

Keterangan : Notasi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi 5%. (1) sangat tidak suka, (2) tidak suka, (3) agak suka, (4) suka, dan (5) sangat suka.

Untuk parameter warna, perlakuan penambahan oleoresin 0% memiliki nilai kesukaan paling baik sebesar 4,37 berbeda nyata dengan tiga perlakuan lainnya. Penambahan konsentrasi 6% berbeda nyata terhadap tiga perlakuan lainnya. Penambahan konsentrasi 4% tidak berbeda nyata terhadap penambahan 2% namun berbeda nyata dengan 6% dan 0%.

Perlakuan terbaik menurut hasil uji adalah sampel dengan penambahan oleoresin 0%. Secara keseluruhan perlakuan penambahan oleoresin lebih disukai dibanding dengan perlakuan penambahan oleoresin 0%. Hal ini dikarenakan kertas dengan perlakuan penambahan 0% memiliki warna yang sesuai dan hampir sama dengan kertas pada umumnya dijual di pasaran yaitu putih bersih. Kertas dengan perlakuan penambahan oleoresin memiliki warna yang lebih gelap (kecoklatan) dan keruh sehingga lebih tidak disukai.

Untuk parameter aroma, tidak ada perlakuan yang berbeda nyata terhadap perlakuan lainnya. Perlakuan terbaik menurut uji adalah sampel dengan penambahan oleoresin 6% dan semakin besar penambahan oleoresin berbanding lurus dengan tingkat kesukaan panelis terhadap aroma. Hal tersebut menandakan bahwa panelis lebih menyukai aroma oleoresin ampas destilasi daun kayu manis.

Untuk parameter tekstur, penambahan oleoresin 0% memiliki nilai paling besar dan berbeda nyata dengan perlakuan penambahan oleoresin 2% dan 4% namun tidak berbeda nyata dengan penambahan 6%. Secara keseluruhan perlakuan penambahan oleoresin lebih tidak disukai oleh panelis dibanding dengan perlakuan tanpa penambahan oleoresin. Hal ini dikarenakan penambahan oleoresin harus menggunakan tween 80 sebagai emulsifier, namun tween 80 dapat mempengaruhi tekstur kertas maka kertas dengan perlakuan penambahan oleoresin 0% lebih disukai pada parameter tekstur karena tidak perlu penambahan tween 80.

Untuk parameter overall, perlakuan penambahan oleoresin sebesar 0% memiliki nilai paling besar dan berbeda nyata dengan tiga variasi lainnya. Hal tersebut menandakan bahwa panelis secara keseluruhan lebih menyukai kertas tanpa penambahan oleoresin dikarenakan panelis lebih terbiasa melihat dan menggunakan kertas tanpa penambahan oleoresin. Kemungkinan panelis belum terbiasa dengan adanya kertas aktif menggunakan perlakuan penambahan oleoresin.

B. Penentuan Konsentrasi Terpilih

Setelah dilakukan uji karakteristik fisik, antimikroba, dan sensoris, ditentukan perlakuan terpilih. Kadar air semua kemasan kertas yang diberi oleoresin tidak berbeda nyata. Ketebalan pada semua kemasan kertas juga tidak menunjukkan beda nyata. Maka dari itu untuk uji kadar air dan ketebalan dipilih perlakuan penambahan

konsentrasi terkecil karena dinilai lebih ekonomis apabila semakin besar penambahan tidak memiliki beda nyata.

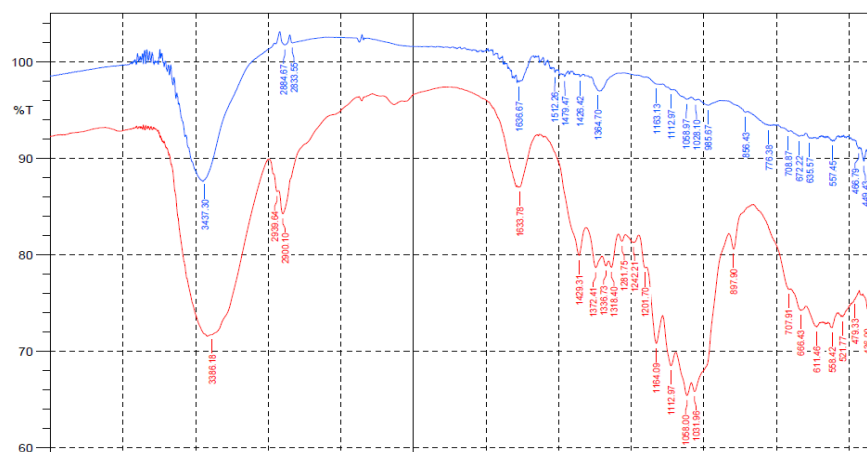
Ketahanan tarik dan ketahanan lipat memiliki perbedaan yang nyata pada tiap perlakuan penambahan oleoresin. Semakin besar konsentrasi oleoresin yang ditambahkan maka nilai ketahanan tarik dan ketahanan lipat semakin menurun. Maka penentuan konsentrasi terpilih untuk uji ini dipilih perlakuan penambahan oleoresin sebesar 2%.

Analisa antimikroba pada *P. fluorecens* menunjukkan zona bening yang tidak memiliki beda nyata pada semua perlakuan. Sedangkan pada *A. niger*, konsentrasi yang menghasilkan zona bening terbesar adalah perlakuan penambahan oleoresin sebesar 2% dan konsentrasi tersebut berbeda nyata dengan perlakuan penambahan oleoresin 0% tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan penambahan 4% dan 6%. Maka, ditentukan konsentrasi 2% sebagai konsentrasi terpilih karena menghasilkan zona bening paling besar pada penghambatan *A. niger* dan pada *P. fluorecens* juga menghasilkan zona bening yang cukup luas meskipun bukan yang paling luas. Jika konsentrasi terkecil sudah dapat menghambat mikroba dengan zona bening yang cukup luas, maka konsentrasi 2% dipilih karena lebih efisien.

C. *Fourier Transform Infrared* (FT-IR)

Tabel 4 menunjukkan berbagai gugus fungsi yang terdapat pada kertas kontrol dan kertas dengan penambahan oleoresin ampas destilasi daun kayu manis terpilih (2%). Menurut Anuradha (2015), senyawa linalool memiliki gugus penanda C=C dan =C-H yang berikatan pada gugus C=C (*double bond*). Jacob (2014) menyatakan bahwa senyawa linalool murni tidak mengandung gugus C=O melainkan senyawa *Linalyl Acetate* yang memiliki karakteristik mirip linalool yang mengandung gugus C=O.

Hasil uji FTIR kertas terpilih didapat semua gugus yang menunjukkan adanya senyawa linalool pada kertas yaitu pada bilangan gelombang 3386 untuk gugus alkohol -OH, 2939 yaitu -CH, 897 untuk gugus =C-H, selain itu yang terpenting terdapat gugus C=C pada bilangan gelombang antara 1630-1650 cm^{-1} , kedua kertas memiliki bilangan gelombang tersebut pada 1634 pada kertas terpilih dan 1636 pada kertas kontrol. Namun untuk kertas terpilih intensitas gugus yang terkandung lebih besar ditandai dengan semakin curam serapan yang terbentuk. Hal tersebut diduga karena pada kertas terpilih terdapat gugus tambahan C=C yang terdapat pada senyawa linalool.



Gambar 2. Hasil uji FTIR (a) Kertas Kontrol (b) Kertas Terpilih

Tabel 4. Hasil Uji FTIR kertas terpilih dan kertas kontrol

Bilangan gelombang (cm ⁻¹)		Range	Gugus fungsi
Kontrol	Kertas + 2% oleoresin		
3437	3386	3200-3500	O-H
-	2939	2850-3000	C-H
2833	2900	2850-3000	H-C=O
1636	1634	1630-1650	C=C; N-H
-	1429		
-	1372		
-	1336	1290-1360	N-O
1512	-	1475-1550	N-O
1479	-	1475-1550	N-O
1426	-	1400-1500	C-C
1364	-	1350-1370	C-H
-	1318	1000-1320	C-O
-	1281	1150-1300	C-H
-	1242	1150-1300	C-H
-	1201	1020-1250	C-N
1163	1164	1020-1250	C-N
1129	1112	1020-1250	C-N
1028	1058	1020-1250	C-N
-	1031	1020-1250	C-N
985	-	650-1000	=C-H
856	897	675-900	=C-H
776	707	665-910	N-H
708	666	665-910	N-H
672	611	610-700	C-H

Menurut Uyun (2013) oleoresin ampas destilasi daun kayu manis mengandung senyawa dominan benzyl benzoate (42,09%) dan linalool (15,03%). Menurut Rachmawati (2014) kandungan utama mikrokapsul oleoresin ampas destilasi daun kayu manis yaitu linalool (39,80%) dan coumarin (11,97%). Gugus penanda benzyl benzoate yaitu gugus carbonyl C=O, namun tidak terdapat bilangan gelombang penanda gugus tersebut pada hasil FT-IR kertas terpilih maupun kontrol.

Anicuta (2010) menyatakan bahwa untuk senyawa kitosan acetic terdapat gugus -OH pada bilangan gelombang 3349 atau pada 2895, gugus C=O pada 1637, C-N pada 1063 atau 1036, N-H pada 896 dan yang terpenting yaitu senyawa grup amino kitosan pada bilangan gelombang 1559. Senyawa grup amino kitosan juga terdapat pada kisaran bilangan gelombang 1500-1572 dan 1300-1370. Berdasarkan hal tersebut untuk kedua jenis kertas baik kontrol maupun terpilih memiliki semua gugus kitosan acetic yang berasal dari bahan tambahan kitosan yang dilarutkan dalam asam asetat. Tween 80 juga terdapat pada kedua jenis kertas baik kontrol maupun terpilih berdasarkan Wenlu (2012) terdapat gugus CH₂ dan O-H.

KESIMPULAN

Penambahan oleoresin ampas destilasi daun kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) meningkatkan nilai kadar air dan ketebalan kertas namun menurunkan nilai ketahanan tarik dan ketahanan lipat. Konsentrasi oleoresin 2% meningkatkan nilai penghambatan mikroba *Aspergillus niger* dan *Pseudomonas fluorescens* kemudian nilai penghambatan semakin menurun pada konsentrasi yang lebih tinggi. Untuk uji sensoris perlakuan tanpa penambahan oleoresin lebih banyak disukai oleh panelis. Kertas aktif diduga mengandung gugus fungsi linalool, kitosan asetat dan tween 80 berbeda dengan kertas kontrol yang tidak mengandung gugus fungsi linalool.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Universitas Sebelas Maret yang telah membiayai penelitian ini melalui skim Hibah Pusat Keunggulan Tahun Anggaran 2015 dengan judul "Periode Aplikasi Flavor Eksotis Produk Generasi Dua Hasil Pengolahan Terintegrasi Kayu manis (*Cinnamomum burmannii*)" dengan nomor dan tanggal kontrak penelitian 624/UN27.11/PL/2015.

DAFTAR PUSTAKA

- Anicuta, S. G., L. Dobre., M. Stroescu, dan I. Jipa. 2010. Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy for Characterization of Antimicrobial Films Containing Chitosan. *Analele Universității din Oradea Fascicula: Ecotoxicologie, Zootehnie și Tehnologii de Industrie Alimentară*.
- Anuradha, G., S. Sundar, dan J. S. Kumar. 2014. Synthesis and Characterization of Silver Nanoparticles from *Ocimum basilicum* L. var. *thyrsiflorum*. *European Journal of Academic Essays* 1(5): 5-9.

- Bordenave, N., S. Grellier dan V. Coma. 2010. Hydrophobization and Antimicrobial Activity of Chitosan and Paper-Based Packaging Material. *Biomacromolecules* 11: 88–96.
- Dewi, K. F. 2010. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Buah Mengkudu (*Morinda Citrifolia*, Linnaeus) terhadap Bakteri Pembusuk Daging Segar. (Skripsi). Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Herawati, H., S. Yuliani., M. S. Rusli., dan R. Purnamasari. 2012. Effect of Tween 80's Emulsifier Concentration with Spontaneous Diffusion Method on Stability Solution Tegeran's Nanoemulsion Natural Dyes. *Proceeding of International Conference on Chemical and Material Engineering*. Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia.
- Ismariny. 2010. Produksi Pengemas Aktif Untuk Produk Segar Tahan Lama. Laporan Akhir Program Insentif Ristek KNRT. Jakarta
- Jacob, F. M. 2014. RF Plasma Polymerised Thin Films from Natural Resources. *International Journal of Modern Physics: Conference Series* Vol. 32.
- Kamatou, G. P., I. Vermaak, dan A. M. Viljoen. 2012. Eugenol from The Remote Maluku Island to The International Market Place of a Remarkable and Versatile Molecule. *Molecules* 17: 6953-6981.
- Prasetyawan, P. 2012. Karakterisasi Oleoresin Daun Kayu Manis (*Cinnamomum burmannii*). (Skripsi). Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta. Surakarta.
- Rachmawaty, T. 2014. Karakteristik Fisikokimia Mikrokapsul Oleoresin Daun Kayu Manis (*Cinnamomum Burmannii*) Dua Tahap dengan Variasi Ratio Bahan Penyalut Maltodekstrin, Gum Arab, dan Susu Skim. (Skripsi). Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan. Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Rasoul, A. M. A., G. I. K. Marei and S. A. M. Abdelgaleil. 2012. Evaluation of antibacterial properties and biochemical effects of monoterpenes on plant pathogenic bacteria. *African Journal of Microbiology Research* Vol. 6(15): 3667-3672.
- Singh, G. 2007. A comparison of chemical, antioxidant and antimicrobial studies of cinnamon leaf and bark volatile oils, oleoresins and their constituent. *Food and Chemical Toxicology*. Vol 45: 1650-1661.
- Utami, R., E. Nurhartadi., dan Y. T. Putra. 2013. Pengaruh Penambahan Minyak Atsiri Kunyit Putih (*Kaempferia rotunda*) pada Edible Film Pati Tapioka Terhadap Aktivitas Antimikroba dan Sensoris. *Jurnal Teknosains Pangan* Vol. 2(2): 51-56.
- Uyun, Q. 2013. Karakterisasi Oleoresin Daun Kayu Manis (*Cinnamomum burmannii*) Dua Tahap. (Skripsi). Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan. Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Wenlu, R., G. Tian, S. Jian, Z. Gu, L. Zhou, L. Yan, S. Jin, W. Yin, Y. Zhao. 2012. Tween Coated NaYF₄:Y,Er/NaYF₄ Core/Shell Upconversion Nanoparticles for Bioimaging and Drug Delivery. *The Royal Society of Chemistry Journal*. Vol 2:7037–7041

T1-TI 18

KLARIFIKASI SARI BUAH JERUK PONTIANAK MENGGUNAKAN KOMBINASI ENZIM AMILASE, PEKTINASE, DAN SELULASE

Pontianak Orange Juice Clarification by Combination of Amylase, Pectinase, and Cellulase

Asri Nursiwi¹⁾, M.A.M. Andriani¹⁾, Esti Widowati¹⁾, Rohula Utami¹⁾, Edwi Mahadjoeno²⁾, Fitria Ratnasari¹⁾

¹⁾Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami No 36 A Kentingan, Surakarta, Indonesia

²⁾Program Studi Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami No 36 A Kentingan, Surakarta, Indonesia

Email : asrinursiwi@gmail.com

ABSTRACT

Pontianak orange (Citrus nobilis var. microcarpa) is a potential raw material for orange juice industry because it is widely cultivated in Indonesia, has sweet taste, fragrant, high juice contents, and low price. However, orange juices that produced in industrial scale have problem in filtration step due to pectin, starch, and cellulose contents in the juice. Clarification by combination of amylase, pectinase, and cellulase enzymes was carried out to increase the clarification efficiency resulting a clear juice. The research was conducted to evaluate the value of pH, total soluble solid (TSS), transmittance, and viscosity of clarified pontianak orange juice by combination of amylase, pectinase, and cellulase enzymes. The research used partial purified enzymes produced by K8 bacteria isolate for amylase, KJ 8 bacteria isolate for pectinase, and S 6 bacteria isolate for cellulase. Enzymatic clarification with one or combination enzymes caused pH of samples higher (4.49-4.74) than pH of control sample (4.43), except pH sample with pectinase treatment (4.42). Total soluble solid of enzymatic treatment samples lower (8.03-8.85°Brix) than TSS of control (8.88°Brix), except TSS of sample with amylase, pectinase, and cellulase combination (9.00°Brix). Transmittance value of enzymatic treatment samples higher (0.60-0.67%) than transmittance value of control (0.50%). Viscosity of enzymatic treatment samples lower (0.77-0.80 cP) than juice without enzymatic clarification (0.88 cP).

Keywords : clarification, orange juice, amylase, pectinase, cellulase

ABSTRAK

Jeruk Pontianak (*Citrus nobilis* var. *microcarpa*) berpotensi sebagai bahan baku pembuatan sari buah jeruk skala industri karena paling banyak penyebarannya di Indonesia, memiliki rasa yang manis, harum, mengandung banyak air, dan harganya relatif murah. Masalah penyumbatan membran filtrasi sering terjadi akibat adanya kandungan pati, pektin, dan selulosa dalam sari buah jeruk. Klarifikasi dengan kombinasi enzim amilase, pektinase, dan selulase dimaksudkan untuk meningkatkan efisiensi proses klarifikasi dalam menghasilkan sari buah jeruk yang jernih. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai pH, total padatan terlarut (TPT), transmittansi dan viskositas sari buah jeruk pontianak hasil klarifikasi menggunakan kombinasi enzim amilase, pektinase, dan selulase. Enzim yang digunakan dalam penelitian ini adalah enzim murni parsial yang diproduksi oleh isolat bakteri K 8 untuk amilase, isolat bakteri KJ 8 untuk pektinase, dan isolat bakteri S6 untuk selulase. Hasil penelitian menunjukkan bahwa klarifikasi enzimatis menggunakan satu enzim maupun kombinasi enzim menghasilkan pH sari buah jeruk pontianak yang lebih tinggi (4.49-4.74) dari pH kontrol (4.43) kecuali nilai pH sampel yang ditambahkan enzim pektinase (4.42). Total padatan terlarut yang lebih rendah dari kontrol, yaitu dari 8.88 °Brix menjadi 8.03-8.85 °Brix kecuali sampel yang ditambahkan

kombinasi ketiga enzim menjadi lebih tinggi daripada kontrol yaitu 9.00 °Brix. Nilai transmitansi yang lebih tinggi, yaitu dari 0.50 % menjadi 0.60-0.67% dan viskositas yang lebih rendah dibandingkan dengan sari buah jeruk tanpa klarifikasi enzimatik yaitu dari 0.88 cP menjadi 0.77-0.80 cP.

Kata kunci : klarifikasi, sari buah jeruk, amilase, pektinase, selulase

PENDAHULUAN

Jeruk pontianak (*Citrus nobilis* var. *microcarpa*) atau sering dikenal juga dengan jeruk siam merupakan jeruk yang paling banyak penyebarannya di Indonesia. Jeruk ini sangat digemari masyarakat dan mendapat perhatian karena telah dicanangkan pengembangannya secara nasional. Selain itu jeruk pontianak memiliki kelebihan yaitu rasanya manis, harum, mengandung banyak air, dan harganya relatif murah (Anonim, 2001). Oleh karena itu jeruk pontianak sangat berpotensi untuk menjadi bahan baku lokal pembuatan sari buah jeruk skala industri.

Sari buah pada umumnya tampak keruh yang diakibatkan oleh adanya substansi yang tersuspensi seperti pektin yang berasal dari dinding sel tanaman dan polisakarida lainnya seperti selulosa dan pati sehingga menyebabkan masalah dalam proses filtrasi melalui membran (Abdullah dkk., 2007, Vaillant dkk., 2001). Pati yang terkandung dalam sari buah jeruk menyebabkan masalah pada proses pembuatan sari buah jeruk dan akan mengalami retrogradasi yaitu proses kristalisasi kembali dan pembentukan matriks pati yang disebabkan oleh terbentuknya ikatan hidrogen dari molekul-molekul amilosa dan amilopektin selama pendinginan sehingga air akan terpisah dari struktur gelnya. Hal ini akan menjadi masalah selama waktu penyimpanan sehingga sari buah jeruk menjadi keruh (Tapre dan Jain, 2014). Enzim amilase dapat memecah pati menjadi gula sehingga dapat digunakan dalam proses klarifikasi sari buah jeruk untuk mengurangi kekeruhan (Couto dan Sanroman, 2006). Pektin dapat menyebabkan masalah dalam proses klarifikasi sari buah jeruk karena mengakibatkan viskositasnya meningkat. Namun dengan bantuan enzim pektinase yang akan memperpendek ikatan polisakarida, maka dapat menghidrolisis pektin sehingga menyebabkan ikatan antara ion pada molekul pektin dan protein membentuk kompleks pektin-protein yang meningkatkan ukuran partikel dan terjadi flokulasi juga koagulasi sehingga mengendap untuk mengurangi viskositas sari buah dan meningkatkan rendemen sehingga produksi sari buah akan lebih efisien (Plocharski dkk., 1998; Voragen, 1992; Lee dkk, 2006 dalam Sharma, 2014; Tapre dan Jain, 2014). Selulosa merupakan polimer berbentuk kristal. Enzim selulase dapat mendegradasi selulosa menjadi glukosa (Sharma, 2014).

Munculnya masalah pada proses filtrasi sari buah di industri, mendorong berbagai penelitian tentang proses klarifikasi sari buah. Klarifikasi merupakan proses dimana emulsi semi-stabil dari karbohidrat koloid tanaman mengakibatkan material yang menyebabkan kekeruhan pada sari buah menjadi rusak sehingga viskositasnya menurun (Kilara dan Van Buren, 1989). Saat ini, klarifikasi dengan menggunakan enzim telah banyak dilakukan oleh industri sari buah. Klarifikasi sari buah menggunakan enzim merupakan salah satu metode yang penting dalam memperbaiki karakteristik kualitatif seperti mengurangi tingkat viskositas, mengurangi kekeruhan dan juga dapat meningkatkan hasil sari buah. Enzim hidrolitik seperti amilase, pektinase, dan selulase telah digunakan dalam industri pembuatan

sari buah selama beberapa tahun untuk meningkatkan rendemen, karakteristik rheologi, menghilangkan material yang tersuspensi dalam pembuatan sari buah yang jernih, dan meningkatkan stabilitas kekeruhan dalam pembuatan sari buah yang keruh (Kashyap dkk., 2001). Klarifikasi enzimatik sari buah jeruk pontianak sebelumnya telah dilakukan oleh Fenny (2013), menggunakan enzim kasar pektinase (isolat KJ 8) menghasilkan sari buah yang lebih rendah viskositasnya, lebih tinggi total padatan terlarut (TPT) dan nilai transmitansinya. Christy (2014) menggunakan enzim amilase (isolat K 8) dan Putro (2014) menggunakan enzim selulase (isolat S 6) masing-masing pada klarifikasi sari buah jeruk manis dan menghasilkan viskositas sari buah jeruk dan total padatan terlarut (TPT) yang lebih rendah, serta nilai transmitansi yang lebih tinggi dibandingkan sari buah jeruk tanpa klarifikasi.

Penelitian lebih lanjut tentang efisiensi proses klarifikasi sari buah tetap dibutuhkan. Salah satunya dengan cara mengkombinasikan enzim yang digunakan. Kombinasi enzim diklaim dapat meningkatkan perbaikan sari buah, total padatan terlarut (TPT), kecerahan/kejernihan, dan menurunkan viskositas juga kekeruhan (Sharma, 2014). Amilase, pektinase, dan selulase memfasilitasi maserasi, likuifaksi, dan klarifikasi selama pengolahan sari buah dengan manfaat mengurangi biaya pengolahan dan meningkatkan hasil. Dalam penelitian Vaidya dkk. (2009) disebutkan bahwa penggunaan kombinasi enzim pektinase, amilase, dan *mash* enzim dalam ekstraksi sari buah kiwi dapat meningkatkan rendemen sari buah sebanyak 78.46 % dan kecerahan/kejernihan 0.05 (absorbansi 420 nm). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai pH, total padatan terlarut (TPT), transmitansi, dan viskositas sari buah jeruk pontianak hasil klarifikasi menggunakan kombinasi enzim amilase, pektinase, dan selulase.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan adalah buah jeruk pontianak didapatkan dari Pasar Gedhe Surakarta, isolat bakteri amilolitik (K 8) yang diisolasi dari limbah kentang busuk (Christy, 2014), isolat bakteri pektinolitik (KJ 8) diisolasi dari limbah kulit jeruk (Fenny 2013) dan isolat bakteri selulolitik (S 6) diisolasi dari limbah sayuran busuk (Putro 2014). Media produksi enzim : pepton, *meat extract*, *soluble starch*, *carboxymethyl cellulose*, magnesium sulfat heptahidrat ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ MERCK), kalium nitrat (KNO_3), dikalium fosfat (K_2HPO_4), besi sulfat heptahidrat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), kalsium klorida (CaCl_2), *yeast extract* (MERCK), glukosa, dinatrium fosfat (Na_2HPO_4 MERCK), kalium hidrofosfat (KH_2PO_4 MERCK), kalium klorida (KCl MERCK), *pectin citrus* (SIGMA), akuades, alkohol 70%. Ekstraksi dan pemurnian enzim: buffer fosfat sitrat pH 7, buffer asetat pH 5,2, barium klorida (BaCl_2), amonium sulfat ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$).

Alat

Alat yang digunakan adalah *juicer* (Der grüne Punkt), inkubator (Selecta), *laminar air flow* (Labconco), inkubator *shaker*, sentrifuge (Hettich), kantong selofan, pH meter, spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu), *hand refractometer* (ATAGO).

Metode**Produksi Enzim (Modifikasi Fonseca dan Said 1994; Salvador dkk., 2002)**

Stok inokulum sebanyak 10% diinokulasikan pada media produksi enzim yaitu enzim amilase menggunakan media *soluble starch*, enzim pektinase menggunakan media pektin cair, dan enzim selulase menggunakan media CMC (*Carboxymethyl Cellulose*). Kemudian diinkubasi yang disertai agitasi dengan kecepatan 144 rpm selama 6 jam untuk produksi enzim amilase, 8 jam untuk produksi enzim pektinase, dan 10 jam untuk produksi enzim selulase dan disertai dengan agitasi dengan kecepatan 144 rpm

Ekstraksi dan Pemurnian Enzim Parsial (Modifikasi Barese dkk., 2001; Salvador dkk., 2002; Rolinek, 2003)

Setelah diinkubasi pada waktu yang telah ditentukan untuk produksi masing-masing enzim, media produksi disentrifugasi pada suhu 4°C dengan kecepatan 6000 rpm selama 15 menit. Supernatan hasil sentrifugasi dipresipitasi dengan fraksinasi amonium sulfat (70% (amilase), 50% (pektinase), dan 40% (selulase). Kemudian disentrifugasi kembali dengan kecepatan 12.000 rpm suhu 4°C selama 10 menit. Pellet yang dihasilkan ditambah dengan buffer fosfat sitrat pH 7 0.025 M untuk enzim amilase, buffer asetat pH 5.2 0.05 M untuk enzim pektinase dan enzim selulase. Proses dialisis dilakukan dengan merendam kantong membran selofan yang berisi pellet dalam 500 ml larutan buffer (sesuai masing-masing) dalam gelas beaker 1000 ml. Proses tersebut dilakukan selama 24 jam dengan suhu 4°C dan diaduk terus menerus dengan *magnetic stirrer*.

Klarifikasi Sari Buah Jeruk dan Analisis Sari Buah Jeruk Hasil Klarifikasi

Sari buah jeruk pontianak sebanyak 30 ml yang telah disaring kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer 50 ml. Setelah itu ditambahkan dengan enzim sebanyak 10 % dari total sari buah jeruk, sedangkan perbandingan kombinasi enzim adalah 1 : 1. Kemudian diinkubasi pada suhu 50°C selama 60 menit. Setelah itu dilakukan analisis pH dengan pH meter, nilai transmitansi (%T) dengan spektrofotometer pada panjang gelombang maksimum (640 nm), total padatan terlarut (TPT) (% Brix) dengan hand refraktometer dan viskositas dengan membandingkan viskositas sari buah jeruk dengan air. Sari buah jeruk dihisap sampai batas tertentu pada pipet volume. Pipet dibuka dari lubang pipet bersamaan dengan mengatur waktu pada *stopwatch*. Waktu pada *stopwatch* dihentikan dan dicatat saat cairan tepat pada batas bawah tanda. Viskositas sari buah jeruk dihitung berdasarkan persamaan :

$$\frac{n1}{n2} = \frac{\rho1}{\rho2} \times \frac{t1}{t2}$$

Keterangan :n1 dan $\rho1$: viskositas dan densitas airn2 dan $\rho2$: viskositas dan densitas sari buah jeruk**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil analisis pH, total padatan terlarut (TPT), transmitansi, dan viskositas sari buah jeruk pontianak yang diklarifikasi secara enzimatis ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis pH, Total Padatan Terlarut (TPT), Transmitansi, dan Viskositas Sari Buah Jeruk Pontianak yang Diklarifikasi Secara Enzimatis

Sampel	pH	TPT ($^{\circ}$ Brix)	Transmitansi (%)	Viskositas (cP)
K	4.43 \pm 0.01	8.88 \pm 0.29	0.50 \pm 0.00	0.88 \pm 0.02
A	4.59 \pm 0.00	8.20 \pm 0.09	0.67 \pm 0.06	0.77 \pm 0.02
P	4.42 \pm 0.01	8.03 \pm 0.19	0.63 \pm 0.06	0.79 \pm 0.01
S	4.74 \pm 0.01	8.60 \pm 0.38	0.67 \pm 0.06	0.78 \pm 0.02
P+A	4.49 \pm 0.01	8.28 \pm 0.20	0.63 \pm 0.06	0.80 \pm 0.02
P+S	4.64 \pm 0.00	8.85 \pm 0.17	0.60 \pm 0.00	0.78 \pm 0.00
P+A+S	4.62 \pm 0.00	9.00 \pm 0.00	0.60 \pm 0.00	0.77 \pm 0.03

Keterangan :

Sampel dan jumlah enzim : K (Kontrol 0 ml), A (Amilase 3 ml), P (Pektinase 3 ml), S (Selulase 3 ml), P+A (Pektinase 1.5 ml + Amilase 1.5 ml), P+S (Pektinase 1.5 ml + Selulase 1.5 ml), P+A+S (Pektinase 1 ml + Amilase 1 ml + Selulase 1 ml).

Nilai pH

Hasil analisis pH pada klarifikasi sari buah jeruk pontianak secara umum menunjukkan pH yang lebih tinggi dibandingkan kontrol, kecuali sari buah yang ditambahkan enzim pektinase (P). Nilai pH sari buah jeruk paling rendah terdapat pada sari buah yang ditambahkan enzim pektinase (P), yaitu sebesar 4.42. Sedangkan nilai pH tertinggi terdapat pada sari buah jeruk yang ditambahkan enzim selulase (S), yaitu sebesar 4.74. Menurut Ellerbee (2009), pH sari buah jeruk komersial berada pada rentang 2.6 – 4.4.

Nilai pH pada sari buah jeruk yang ditambahkan enzim pektinase (P) lebih rendah dibandingkan kontrol diduga disebabkan oleh pemecahan pektin menjadi asam galakturonat oleh enzim pektinase. Semakin banyak pektin yang dipecah maka semakin tinggi total asam galakturonat yang dihasilkan berpengaruh pada penurunan pH sari buah jeruk. Hal ini sama seperti yang terjadi pada penelitian Demir dkk. (2001), yang menyebutkan bahwa perlakuan enzimatis pada sari buah wortel menyebabkan pektin terdegradasi sempurna maupun parsial sehingga pada saat yang bersamaan terjadi penurunan pH sari buah. Begitu pula yang terjadi pada penelitian Kareem dan Adebawale (2007), pH sari buah jeruk turun dari 3.8 pada sari buah jeruk tanpa klarifikasi menjadi 3.54 pada sari buah jeruk klarifikasi dengan konsentrasi enzim pektinase 2%.

Enzim amilase merupakan enzim yang berfungsi memecah pati atau glikogen. α -amilase akan mendegradasi amilosa menjadi maltosa dan maltotriosa kemudian terbentuk glukosa sebagai hasil akhir. Setiap molekul enzim mengandung 1 ion Ca^{2+} (Winarno, 1986). Menurut Heidar dkk. (1988), ion Ca^{2+} merupakan ion logam alkali yang dapat berikatan dengan D-glukosa membentuk kompleks Ca (D-glukosa). Sehingga diduga pH sari buah akan meningkat dengan adanya kompleks dengan ion alkali.

Pada sari buah jeruk yang ditambahkan enzim selulase (S), pH nya menjadi lebih tinggi dari kontrol, yaitu dari 4.43 menjadi 4.74. Begitu juga yang terjadi pada kombinasi enzim pektinase dan amilase (P+A) maupun kombinasi enzim pektinase, amilase, dan selulase (P+A+S). Menurut Kuljanin dkk (2014), ion Ca^{2+} akan membentuk kompleks dengan pektin yaitu asam galakturonat-Ca-OH. Sedangkan pada kombinasi enzim pektinase dan selulase (P+S) terjadi interaksi antara selulosa, pektin, dan logam. Seperti yang dikemukakan Rendleman (1978), interaksi polisakarida netral seperti selulosa dan pektin dengan logam akan membentuk kompleks lemah di larutan non-alkali. Sehingga sari buah jeruk menunjukkan kenaikan pH yang tidak begitu tinggi. Hal serupa juga terjadi pada penelitian Vaidya dkk. (2009), bahwa perlakuan enzimatis pada klarifikasi sari buah kiwi tidak menimbulkan efek yang berarti pada nilai pH sari buah karena hanya meningkat sebesar 0.07.

Total Padatan Terlarut (TPT)

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa TPT sari buah jeruk pontianak kontrol (tanpa enzim) sebesar 8.88 °Brix. Setelah penambahan enzim, TPT secara umum menjadi lebih rendah dibandingkan kontrol, kecuali dengan penambahan kombinasi enzim pektinase, amilase, dan selulase (P+A+S) yang menunjukkan hasil yang lebih tinggi. Nilai TPT setelah penambahan enzim amilase (A), pektinase (P), selulase (S), pektinase dan amilase (P+A), juga pektinase dan selulase (P+S) berturut-turut adalah sebesar 8.20; 8.03; 8.60; 8.28; 8.85 °Brix. Sedangkan nilai TPT dengan penambahan kombinasi enzim pektinase, amilase, dan selulase (P+A+S) sebesar 9.00 °Brix. Dapat diketahui bahwa nilai TPT yang terendah dibandingkan dengan kontrol adalah sampel dengan penambahan enzim pektinase (P) dan nilai tertinggi adalah sampel dengan penambahan kombinasi enzim pektinase, amilase, dan selulase (P+A+S).

Christy (2014) menyebutkan bahwa penggunaan enzim amilase dalam klarifikasi sari buah jeruk manis menghasilkan TPT yang lebih rendah dibandingkan dengan sari buah jeruk tanpa penambahan enzim. Demikian pula yang telah dilakukan Putro (2014), bahwa penggunaan enzim selulase menghasilkan TPT yang lebih rendah. TPT dalam sari buah jeruk pontianak menunjukkan berbagai komponen yang larut dalam air seperti glukosa, fruktosa, sukrosa, dan pektin.

Komponen pektin dalam sari buah juga berpengaruh terhadap kandungan total padatan terlarut. Senyawa pektin kompleks dipecah oleh enzim pektinase menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga menyebabkan penurunan total padatan terlarut. Pektin merupakan polimer dari asam D-galakturonat yang dihubungkan oleh ikatan β -1,4 glikosidik.

Sebagian gugus karboksil pada polimer pektin mengalami esterifikasi dengan metil (metilasi) menjadi gugus metoksil. Pektinase merupakan enzim ekstraseluler yang mengkatalisis pektin menjadi asam galakturonat pada ikatan glikosidik rantai panjang karbon (Satriana, 2014). Menurut Kertesz (1951) dalam Kristiyani (2008), kelarutan pektin akan semakin menurun jika molekulnya makin besar dan makin rendah tingkat esterifikasinya. Semakin rendah kandungan metoksil, pektin akan semakin sukar larut dalam air.

Enzim pektinase yang digunakan pada proses klarifikasi sari buah jeruk pontianak ini berasal dari isolat KJ 8 yang merupakan kelompok poligalakturonase (PG), enzim ini bekerja dengan menghidrolisa asam pektat secara acak. Asam pektat adalah senyawa pektin yang sebagian besar terdiri dari asam poligalakturonat yang bersifat koloidal yang pada dasarnya tidak mengandung ester. Sehingga setelah asam poligalakturonat dipecah menjadi asam galakturonat dan tidak mengandung ester maka kelarutan dalam air semakin rendah dan menyebabkan penurunan TPT.

Kandungan amilum yang terdapat dalam sari buah jeruk pontianak juga berpengaruh terhadap TPT. Amilum akan dihidrolisis oleh enzim amilase menjadi gula sederhana. Oleh karena itu terjadi penurunan TPT dalam sari buah jeruk karena sukrosa telah dipecah menjadi glukosa sehingga kandungan sukrosa berkurang. Di dalam buah jeruk juga terdapat kandungan selulosa. Selulosa adalah polimer glukosa yang berbentuk rantai linier dan dihubungkan oleh ikatan β -1,4 glikosidik. Struktur yang linier menyebabkan selulosa bersifat kristalin dan tidak mudah larut. Enzim selulase atau enzim yang dikenal dengan nama sistematis β -1,4 glukano-4-glukanohidrolase adalah enzim yang dapat menghidrolisis selulosa dengan memutus ikatan glikosidik β -1,4 dalam selulosa, selodektrin, selobiosa, dan turunan selulosa lainnya menjadi gula sederhana atau glukosa. Sehingga dalam klarifikasi sari buah jeruk pontianak dengan penambahan enzim selulase ini menghasilkan total padatan terlarut yang lebih rendah, karena selulosa telah dihidrolisis menjadi glukosa. Pada penelitian Vaidya dkk. (2009), perlakuan enzimatis pada sari buah kiwi hanya menurunkan TPT sebesar 0.14 °Brix.

Sedangkan untuk nilai TPT sari buah jeruk pontianak dengan menggunakan kombinasi ketiga enzim lebih tinggi daripada kontrol. Menurut Sharma, dkk. (2014), peningkatan TPT berkaitan dengan besarnya derajat pemecahan jaringan, sehingga melepaskan lebih banyak komponen seperti gula yang berkontribusi terhadap kenaikan TPT.

Nilai Transmittansi

Nilai transmittansi menunjukkan kecerahan atau tingkat kekeruhan sari buah jeruk pontianak. Semakin tinggi nilai transmittansinya, maka semakin tinggi kecerahannya atau semakin rendah tingkat kekeruhannya. Hasil analisis nilai transmittansi pada klarifikasi sari buah jeruk pontianak terlihat pada Tabel 1.

Hasil klarifikasi sari buah jeruk pontianak menunjukkan nilai transmittansi yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol, yaitu pada kontrol sebesar 0.5 % dan tertinggi pada 2 sampel, yaitu yang diklarifikasi menggunakan enzim amilase (A) saja dan menggunakan enzim selulase (S) saja dengan nilai transmittansi sebesar 0.67%. Sedangkan sari buah yang

diklarifikasi menggunakan enzim pektinase (P) dan kombinasi pektinase dan amilase (P+A) memiliki nilai transmitansi sebesar 0.63%. Pada penambahan kombinasi pektinase dan selulase (P+S) serta kombinasi pektinase, amilase, selulase (P+A+S) memiliki nilai transmitansi sebesar 0.60%

Nilai transmitansi berbanding terbalik dengan viskositas sari buah jeruk, karena semakin rendah viskositas sari buah maka semakin tinggi nilai transmitansinya. Hal ini disebabkan oleh kerja spesifik masing-masing enzim dalam memecah pektin, pati, dan selulosa. Sehingga dapat mengurangi kekeruhan dalam sari buah dan meningkatkan kejernihan sari buah. Seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Kareem dan Adebawale (2007), bahwa penggunaan variasi konsentrasi enzim pektinase pada klarifikasi sari buah jeruk dapat mengurangi kekeruhan sari buah jeruk. Semakin tinggi konsentrasi enzim yang digunakan, semakin berkurang kekeruhan pada sari buah jeruk. Begitu pula yang dilaporkan oleh Srivastava dan Sudhir (2013), bahwa penggunaan variasi konsentrasi enzim pektinase dapat meningkatkan kejernihan (nilai transmitansi) sari buah apel. Semakin tinggi konsentrasi enzim yang digunakan, semakin meningkat kejernihan pada sari buah apel.

Menurut Pilnik dan Voragen (1993), sari buah yang baru diekstrak kaya akan partikel yang tidak larut (*cloud particles*) yang sebagian besar terbentuk dari pektin. Di partikel ini nukleus protein yang bermuatan positif dilapisi oleh molekul pektin yang bermuatan negatif yang berkontribusi memberikan efek keruh pada sari buah (*cloudiness*). Dengan adanya pektinase yang mendegradasi pektin maka molekul yang bermuatan negatif pun juga terdegradasi sehingga kekeruhan sari buah akan berkurang.

Pati merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan α -glikosidik. Enzim α -amilase bekerja memecah pati menjadi fraksi yang lebih kecil seperti maltosa dan glukosa. Sehingga ikatan yang mengikat glukosa akan hilang dan dapat mengurangi kekeruhan dalam jus jeruk, begitu pula yang terjadi pada selulosa. Selulosa merupakan polimer glukosa dengan ikatan β -1,4. Enzim selulase akan menghidrolisis selulosa menjadi selulosa reaktif, kemudian menjadi selobiosa dan hasil akhirnya adalah glukosa (Winarno, 1986).

Viskositas

Viskositas biasanya disebut kekentalan dan pada umumnya cairan yang lebih kental mempunyai viskositas yang lebih besar dibandingkan cairan yang encer (Muchtadi dkk., 2011). Hasil analisis menunjukkan bahwa viskositas sari buah jeruk pontianak kontrol lebih tinggi dari pada sari buah jeruk pontianak hasil klarifikasi menggunakan enzim (**Tabel 1**). Viskositas paling rendah dibandingkan dengan kontrol yaitu pada sampel sari buah jeruk yang diklarifikasi menggunakan enzim amilase (A) dan kombinasi ketiga enzim (P+A+S) sebesar 0.77 cP. Sedangkan viskositas paling tinggi dibandingkan dengan kontrol terdapat pada sampel sari buah jeruk yang diklarifikasi dengan kombinasi enzim pektinase dan amilase (P+A), yaitu sebesar 0.80 cP.

Menurut Srivastava dan Sudhir (2013), reaksi enzimatis pada molekul pektin tidak hanya meningkatkan hasil sari buah jeruk, namun juga mengklarifikasi sari buah jeruk. Kabut yang terdapat pada sari buah jeruk mengandung partikel-partikel kecil membentuk kompleks

pektin protein yang tersuspensi dalam sari buah sehingga mengakibatkan sari buah menjadi keruh. Penambahan enzim pektinase membantu memecah pektin menjadi dua perubahan. Pertama, viskositas sari buah jeruk akan turun. Kedua, enzim menyebabkan ion berikatan, menghasilkan agregasi yang meningkatkan ukuran partikel. Kombinasi dari penurunan viskositas dan peningkatan ukuran partikel menyebabkan flokulasi, dan dapat dihasilkan sari buah yang jernih.

Seperti klarifikasi yang telah dilakukan Ucan dkk.(2014), menunjukkan bahwa penggunaan enzim pektinase dapat menurunkan viskositas sari buah lemon. Selama perlakuan enzimatis, pektin terdegradasi dan dapat menurunkan *water holding capacity* sari buah, sehingga viskositas sari buah turun karena air bebas terlepas ke sistem (lingkungan) (Domingues dkk., 2012). Sedangkan pada penelitian Kareem dan Adebawale (2007), viskositas sari buah jeruk hasil klarifikasi menggunakan enzim pektinase turun sebesar 51% dibandingkan sari buah jeruk tanpa klarifikasi. Menurut Kareem (1998), penurunan viskositas sari buah berguna untuk memudahkan proses filtrasi dan meningkatkan efisiensi proses konsentrasi sari buah.

Begitu juga enzim amilase dan selulase yang masing-masing bekerja secara spesifik memecah pati dan selulosa yang terkandung di dalam sari buah jeruk sehingga dapat menurunkan viskositas sari buah. α -amilase menghidrolisis ikatan glikosidik pati menjadi glukosa, maltosa, maltotriosa, dan dextrin. Selulase terdiri dari endo-(1,4)- β -D-glukanase, ekso-(1,4)- β -D-glukanase, dan β -glukosidase. Eksoglukanase bekerja pada rantai akhir selulosa and melepaskan β -sellobiose sebagai hasil akhir; endoglukanase secara acak menyerang ikatan O-glikosidik, menghasilkan rantai glukon dengan panjang yang berbeda; dan β -glukosidase bekerja spesifik pada β -sellobiose dan menghasilkan glukosa (Kuhad dkk., 2011). Sedangkan untuk sampel dengan perlakuan kombinasi 3 enzim menghasilkan viskositas yang paling rendah, hal ini disebabkan oleh kerja ketiga enzim yang bekerja pada bagian masing-masing sehingga menghasilkan hasil yang maksimal.

KESIMPULAN

Klarifikasi enzimatis menggunakan satu enzim maupun kombinasi enzim menghasilkan pH sari buah jeruk pontianak yang lebih tinggi dari pH kontrol, yaitu dari 4.43 menjadi 4.49 – 4.74, kecuali untuk sampel yang ditambahkan enzim pektinase pH nya menjadi lebih rendah yaitu 4.42, total padatan terlarut (TPT) yang lebih rendah dari kontrol, yaitu dari 8.88 °Brix menjadi 8.03 – 8.85 °Brix, kecuali sampel yang ditambahkan kombinasi ketiga enzim menjadi lebih tinggi yaitu 9.00 °Brix, nilai transmitansi yang lebih tinggi dari kontrol, yaitu dari 0.50 % menjadi 0.60 – 0.67 % dan viskositas yang lebih rendah dari kontrol yaitu dari 0.88 cP menjadi 0.77 – 0.80 cP.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih disampaikan kepada Dikti yang telah membiayai penelitian ini melalui SKIM Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi (PUPT) tahun 2015 dengan No Kontrak 339/UN27.11/PL/2015

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Sulaiman, Aroua and Megat. 2007. Response Surface Optimization of Conditions for Clarification of Carambola Fruit Juice Using A Commercial Enzyme. *Journal of Food Engineering*, 81: 65-71.
- Anonim. 2001. *Peluang Usaha dan Pembudidayaan Jeruk Siam*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Barense, R. I., M. A. Chellegati., M. J. V. Fonseca, S. Said. 2001. Partial Purification and Characterization of Exopolygalacturonase II and III of *Penicillium Frequentans*. *Braz.J.Microbiology*, Vol.32.& G. Reeds (Eds.), *Enzymes in food processing* (pp.363-399). Academic Press. London.
- Christy, A. 2014. Screening dan Karakterisasi Enzim Amilase dalam Klarifikasi Jus Jeruk Manis (*Citrus sinensis*). Skripsi Ilmu dan Teknologi Pangan, Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Couto, S. R and M. A. Sanroman. 2006. Application of Solid-State Fermentation to Food Industry- A Review. *Journal of Food Engineering*, 76: 291-302.
- Demir, N., J. Acar, Kemal, M. Mutlu. 2001. The Use of Commercial Pectinase in Fruit Juice Industry. Part 3: Immobilized Pectinase for Mash Treatment. *Journal of food engineering* 47 275-280.
- Domingues, R. C. C., S. Braz, R. Bernardes, V. Luiz, M. H. M. Reis. 2012. Clarification of Passion Fruit Juice With Chitosan: Effects of Coagulation Process Variables and Comparison With Centrifugation and Enzymatic Treatments. *Journal Process Biochemistry* 47 467-471.
- Ellerbee, L. M. 2009. Orange Juice Cloud Stability and The Influence of Calcium and Hesperidin. A thesis University of Georgia.
- Fenny. 2013. Produksi dan Karakterisasi Enzim Pektin Hidrolase Ekstraseluler Pada Klarifikasi Jus Jeruk Pontianak (*Citrus nobilis* var. *microcarpa*). Skripsi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Fonseca, M. J. V. and S. Said. 1994. The Pectinase Produced by *Tubercularia vulgaris* in Submerged Culture Using Pectin or Orange Pulp Pellets as Inducer. *J. Appl. Microbiol. Biotechnol. Brazil*.
- Heidar, A. T., Riahi. 1983. Sugar Complexes with Calcium Ion: Infrared Spectra of Crystalline D-Glucuronic Acid and its Calcium Complexes. *Carbohydrates Research*, Vol. 122, issue 2, October.
- Kareem and Adebawale. 2007. Clarification of Orange Juice by Crude Fungal Pectinase from Citrus Peel. *Nigerian Food Journal*, Vol. 25, No. 1, 2007 (www.ajol.info/journals/nifoj) ISSN 0189-7241.
- Kashyap, P. K. Vohra, S. Chopra, R. Tewari. 2001. Applications of Pectinases in the Commercial Sector: A Review. *Bioresour. Technology.*, 77:215-227.
- Kilara, A and Van Buren J. 1989. *Clarification of Apple Juice in Processed Apple Products*. D.L. Downing (Ed.), Van Nostrand Reinhold, New York.
- Kuhad, R. Chander, R. Gupta, and A. Singh. 2011. Microbial Cellulases and Their Industrial Applications. *Enzyme Research* Vol. 2011.

- Kuljanin, T., Lidia, B. Lj. Curcic, Milica, Vladimir, Jasna. 2014. Aluminium and Calcium Ions Binding to Pectin in Sugar Beet Juice –Model of Electrical Double Layer. *Scientific Paper Hem. Ind.* 68 (1) 89-97.
- Lee, Yusof, Hamid and Baharin. 2006. Optimizing Conditions for Enzymatic Clarification of Banana Juice Using Response Surface Methodology (RSM). *Journal of Food Engineering*, 73: 55-63.
- Muchtadi, T. R., Sugiyono, F. Ayustaningwarno. 2011. *Ilmu Pengetahuan Bahan*. Alfabeta. Bandung..
- Pilnik and Voragen. 1993. *Pectic Enzymes in Fruit and Vegetable Juice Manufacture*. In T. Nagodawithana & G. Reeds (Eds.), *Enzymes in food processing* (pp.363-399). Academic Press. London.
- Plocharski, Szymczak and Markowski. 1998. Auswirkung Enzymatish Apflemaischenbehandlung Auf Saftsbeute und Pektinstoffmenge. *Die Januar-Ausgabe von FLÜSSIGES OBST*, 6: 325-330.
- Putro, R. R. M. 2014. Screening dan Karakterisasi Enzim Selulase dalam Klarifikasi Jus Jeruk Manis (*Citrus sinensis*). Skripsi Ilmu dan Teknologi Pangan, Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Rendleman, J. A. 1978. Metal Polysaccharide Complexes Part I. *Food Chemistry* Vol.3, issue 1, January.
- Salvador, L. D., T. Singanuma, K. Kitahara, Y. Fukusage and H. Tanoue. 2002. Degradation of Cell Wall Materials from Sweet Potato, Cassava, and Potato by Bacterial Protopectinase and Terminal Sugar Analysis of The Resulting Solubilized Products. *Journal of Bioscience and Bioengineering*. Kagoshima University. Japan.
- Satriana, A. Roosdiana, S. Prasetyawan. 2014. Pengaruh Ion Kalsium (Ca^{2+}) Terhadap Aktivitas Pektinase Hasil Isolasi dari *Bacillus Firmus*. *Kimia Student Journal* Vol.2 No.1, pp. 345-350, Universitas Brawijaya Malang.
- Sharma, Harsh P., H. Patel, and S. Sharma. 2014. *Enzymatic Extraction and Clarification of Juice from Various Fruits-A Review*. Jakraya.
- Srivastava, S. and S. K. Tyagi. 2013. Effect of Enzymatic Hydrolysis on the Juice Yield from Apple Fruit (*Malus Domestica*) Pulp. *International Journal of Biotechnology and Bioengineering Research*. ISSN 2231-1238, Volume 4, Number 4.
- Tapre, A. K. And R. K. Jain. 2014. Optimization of An Enzyme Assisted Banana Pulp Clarification Process. *International Food Research Journal* 21(5): 2043-2048.
- Ucan, F., A. Akyildiz, and E. Agcam. 2014. Effects of Different Enzymes and Concentrations in the Production of Clarified Lemon Juice. *Journal of Food Processing* Vol. 2014.
- Vaidya, D, Vaidya M, Sharma and Ghanshayam. 2009. Enzymatic Treatment for Juice Extraction and Preparation and Preliminary Evaluation of Kiwifruits Wine. *Natural Product Radiance*, 8(4): 380-385.
- Vaillant, Millan, Dornier, Decloux and Reynes. 2001. Strategy for Economical Optimisation of The Clarification of Pulpy Fruit Juices Using Crossflow Microfiltration. *Journal of Food Engineering*, 48: 83-90.

-
- Voragen, A. G. J. 1992. *Tailor-Made Enzymes in Fruit Juice Processing*. Fruit Processing, 7: 98-102.
- Winarno, F.G. 1986. *Enzim Pangan*. Gramedia. Jakarta.

T1-TI 19

STABILITAS KEKERASAN UNTING SAGU DAN UNTING SAGU TERSUBSTITUSI TEPUNG KACANG NAGARA SELAMA PENYIMPANAN

Hardness Stability Sago Unting and Sago Unting Substituted Nagara Bean Flour during Storage

Rini Hustiany¹ dan Yuspihana Fitrial²

Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Universitas Lambung Mangkurat,
Jl. Jend. A. Yani KM 32 Banjarbaru, Indonesia

Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Universitas Lambung Mangkurat,
Jl. Jend. A. Yani KM 32 Banjarbaru, Indonesia

Email : hustiany@yahoo.com

ABSTRACT

Sago Unting is one food of the specific South Kalimantan made from sago. Unting sago can be diversified into sago unting substituted Nagara bean flour to increase protein content with ratio 5 : 1. The study purpose is to determine glass transition temperature sago unting and sago unting substituted Nagara bean flour with various long steaming, as well as to learn hardness stability sago unting and sago unting substituted Nagara beans flour with various types of packaging for storage. Sago unting and sago unting substituted Nagara bean flour steamed for 0, 1, 2, and 3 minutes, then dried at 60°C until the moisture content 9-11%. For steaming 0 minutes packed with metalizer, laminated paper cup and plastic pp, then stored at 45°C for 3 months and analyzed hardness every week. The glass transition temperature determined using DSC (Differential Scanning Calorimetry), whereas hardness stability during storage analyzed using hand tensile hardness and Avrami equation. The glass transition temperature unting and sago unting substituted Nagara bean flour between 59.05 - 68.69°C and ΔC_p between 0.362 to 3.134 J / g°C. The stability mechanism hardness sago unting and sago unting substituted Nagara bean flour when packed using plastic pp or metalizer are at $n < 1$, while when packed using laminated paper cup are at $n > 1$. Meaning sago unting and sago unting substituted Nagara bean flour faster changes in hardness when packed using laminated paper cup. Sago unting or sago unting substituted Nagara bean flour more stable when packed using metalizer or plastic pp.

Keywords: Sago unting, Nagara bean flour, glass transition temperature, stability, hardness

ABSTRAK

Unting sago adalah salah satu olahan khas Kalimantan Selatan yang terbuat dari sago. Unting sago ini dapat didiversifikasikan menjadi unting sago tersubstitusi tepung kacang Nagara untuk meningkatkan kandungan proteinnya dengan perbandingan 5 : 1. Tujuan penelitian adalah untuk menentukan suhu gelas transisi unting sago dan unting sago tersubstitusi tepung kacang Nagara dengan berbagai lama pengukusan, serta untuk mempelajari stabilitas kekerasan unting sago dan unting sago tersubstitusi tepung kacang Nagara dengan berbagai jenis kemasan selama penyimpanan. Unting sago dan unting sago tersubstitusi tepung kacang Nagara dikukus selama 0, 1, 2, dan 3 menit, kemudian dikeringkan pada suhu 60°C sampai kadar air 9 - 11 %. Untuk pengukusan 0 menit dikemas dengan kemasan metalizer, cup kertas berlaminasi, dan plastik pp, selanjutnya disimpan pada suhu 45°C selama 3 bulan dan dianalisa kekerasannya setiap minggu. Penentuan suhu gelas transisi menggunakan DSC (Differential Scanning Calorimetry), sedangkan analisis stabilitas kekerasan selama penyimpanan menggunakan hand tensile hardness dan persamaan Avrami. Suhu gelas transisi unting sago maupun unting sago tersubstitusi tepung kacang Nagara berkisar antara 59.05 - 68.69°C dan ΔC_p berkisar antara 0.362 - 3.134 J/g°C. Mekanisme laju perubahan kestabilan kekerasan unting sago

dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara yang dikemas dengan plastik pp dan metalizer berada pada $n < 1$, sedangkan yang dikemas dengan cup kertas berlaminasi berada pada $n > 1$. Artinya unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara lebih cepat perubahan kekerasannya apabila dikemas dengan cup kertas berlaminasi. Uting sagu maupun unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara lebih stabil apabila dikemas dengan menggunakan metalizer atau plastik pp.

Kata Kunci : Uting sagu, tepung kacang Nagara, suhu gelas transisi, stabilitas, kekerasan

PENDAHULUAN

Sagu merupakan salah satu tanaman yang memiliki nilai sosioekonomi di kawasan Asia Tenggara (Karim, 2008). Sagu merupakan salah satu sumber karbohidrat berasal dari tanaman rumbia yang banyak tersebar di seluruh Indonesia, terutama di daerah-daerah yang banyak terdapat sungai besar dan rawanya, seperti Kalimantan dan Papua (Abd-Aziz, 2002). Pati yang dihasilkan dari sagu dapat diolah berbagai jenis makanan, salah satunya adalah unting sagu. Uting sagu adalah makanan tradisional masyarakat Banjar di Kalimantan Selatan yang diolah dari sagu yang masih basah. Uting sagu kemudian dimasak dengan menambahkan gula merah dan santan yang disebut bubur gunting.

Olahan unting sagu adalah salah satu cara untuk mendiversifikasikan produk olahan pangan yang berbasiskan pangan lokal. Akan tetapi unting sagu yang diolah secara tradisional mempunyai daya simpan yang rendah karena masih basah dengan kadar air kurang lebih 40%, kurang menarik, dan pemasarannya terbatas. Oleh karena itu, untuk meningkatkan daya simpannya, maka unting sagu terlebih dahulu dikeringkan sampai kadar air antara 9-11 %.

Uting sagu yang dihasilkan mengandung karbohidrat berkisar 68.3 sampai 84.8 % dengan kandungan amilosa berkisar 42.2 sampai 50 %. Kandungan protein unting sagu cukup rendah, yaitu 0.2 sampai 0.4 % (Hustiany dan Fitrial, 2013). Rendahnya protein pada unting sagu dapat diingkatkan dengan menambahkan bahan yang mengandung protein cukup tinggi, salah satunya dengan menambahkan tepung kacang Nagara untuk diolah menjadi unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara. Kacang Nagara adalah sejenis kacang tunggak yang banyak dibudidayakan di kecamatan Nagara, kabupaten Hulu Sungai Selatan, provinsi Kalimantan Selatan. Menurut Hustiany (2015), kacang Nagara mengandung protein sebesar 16.46 % dan karbohidrat sebesar 79.57%. Apabila kacang Nagara dibuat menjadi tepung kacang Nagara, maka menurut Hustiany dan Fitrial (2013) akan terjadi peningkatan kandungan protein menjadi 24.2 % dan penurunan kandungan karbohidrat menjadi 61.6 %. Selain itu, secara fisikokimia unting sagu kering dengan berbagai lama pengukusan mempunyai kekerasan berkisar antara 2.9 - 4.3 kg/mm, sedangkan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering dengan berbagai lama pengukusan mempunyai kekerasan berkisar antara 0.2 - 0.9 kg/mm. Adapun kekebalan unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering dengan berbagai lama pengukusan kurang lebih sama, yaitu berturut-turut berkisar antara 3.1 - 4.1 mm dan 3.7 - 4.3 mm (Hustiany dan Fitrial, 2013).

Kestabilan kekerasan dan ketebalan unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering selama penyimpanan salah satunya dapat dipengaruhi oleh suhu

gelas transisi (T_g). T_g adalah suatu bahan mengalami perubahan dari suatu fase ke fase lain (Aguilera dan Stanley, 1999). Suhu yang terletak pada daerah transisi gelas (T_g) merupakan faktor yang paling penting untuk mengontrol sifat-sifat fisik, mekanis, (Roos *et al.*, 1996) dan fisiko-kimia (Roos dan Karel, 1991) dari suatu polimer yang amorf. Apabila suatu bahan yang amorf terletak di atas suhu transisi gelas (T_g), maka akan terjadi kerusakan sifat fisiko-kimia, mobilitas molekular meningkat dan volume yang dibebaskan juga meningkat (Roos dan Karel, 1991).

Suhu gelas transisi mempengaruhi sifat fisikokimia suatu bahan yang mengandung pati, seperti unting sagu, yang mengalami gelatinisasi, retrogradasi dan rekristalisasi. Karakteristik fisikokimia dari bahan yang mengandung pati yang telah mengalami retrogradasi dan rekristalisasi selama penyimpanan akan terjadi suatu perubahan struktur pada bahan yang mengandung pati tersebut (Lawal, 2014; Ortega-Ojeda dan Eliason, 2001). Selain itu, perubahan struktur dari bahan yang mengandung pati selama penyimpanan juga dipengaruhi oleh jenis kemasan yang digunakan. Kemasan yang digunakan untuk menyimpan unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering menggunakan plastik pp (polipropilen), *metalizer*, dan cup kertas berlaminasi.

Dengan dasar ini, maka penelitian ini bertujuan untuk menentukan suhu gelas transisi dan kapasitas panas unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering dengan berbagai lama pengukusan dan untuk mempelajari stabilitas kekerasan dan ketebalan unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering tanpa pengukusan selama penyimpanan dengan berbagai jenis kemasan pada suhu 45°C.

BAHAN DAN METODE

BAHAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah unting sagu yang diperoleh dari pengolah unting sagu yang ada di desa Pemakuan Laut, kecamatan Sungai Tabuk, kabupaten Banjar, provinsi Kalimantan Selatan. Tepung kacang Nagara diperoleh dari kacang Nagara yang diolah menjadi tepung. Kacang Nagara diperoleh dari kecamatan Nagara, kabupaten Hulu Sungai Selatan, provinsi Kalimantan Selatan yang dijual di pasar Martapura, kabupaten Banjar.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan dimulai dengan memproduksi unting sagu di desa Pemakuan Laut. Selain unting sagu juga diolah unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara. Unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara yang dihasilkan selanjutnya dikukus dan dikeringkan, sehingga diperoleh unting kering. Unting kering terbaik hasil penelitian Hustiany dan Fitrial (2013) adalah unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering dengan tanpa pengukusan selanjutnya dikemas dan disimpan pada suhu 45°C untuk melihat stabilitas ketebalan dan kekerasan dari unting sagu kering selama penyimpanan.

Pengolahan Unting Sagu Tradisional

Sagu yang digunakan untuk pengolahan unting sagu adalah sagu yang diolah secara tradisional di desa Pemakuan Laut, kecamatan Sungai Tabuk, kabupaten Banjar, provinsi Kalimantan Selatan. Sagu yang digunakan untuk mengolah unting sagu adalah sagu basah, yaitu sagu yang diperoleh dari hasil ekstraksi pati sagu dan belum dikeringkan. Dalam pengolahan unting pertama-tama dilakukan pengayakan sagu. Sagu yang sudah halus dibuat padatan menjadi bola-bola lonjong dengan ukuran besar. Bola-bola lonjong ini selanjutnya dimasukkan ke dalam air yang mendidih selama kurang lebih 15 menit sampai seluruh permukaannya terjadi proses gelatinisasi. Bola-bola lonjong tersebut kemudian diangkat dan ditiriskan sebentar, kemudian dilanjutkan dengan membuka lapisan terluar dari bola-bola lonjong tersebut, yaitu bagian yang telah tergelatinisasi. Bagian yang telah tergelatinisasi kemudian diaduk dan diuleni dengan bagian yang belum tergelatinisasi sampai kalis. Setelah kalis, adonan diambil sedikit dan dibuat menjadi seperti tali-tali yang panjang atau ular-ularan. Ular-ularan ini selanjutnya dipotong-potong dengan menggunakan pisau, maka jadilah unting.

Pengolahan Unting Sagu Tersubstitusi Tepung Kacang Nagara

Proses pengolahan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara hampir sama dengan pengolahan sagu secara tradisional. Akan tetapi unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara ditambahkan dengan tepung kacang Nagara dengan perbandingan antara sagu dan tepung kacang Nagara sebesar 5:1. Tepung kacang Nagara diperoleh dengan cara kacang Nagara segar disortir dahulu kemudian dicuci sampai bersih sebelum direndam dalam larutan alkali selama 3 jam untuk mengurangi aktivitas tripsin inhibitor dan tanin, dan menghilangkan aktivitas hemagglutinin. Kacang yang telah direndam lalu ditiriskan dan dihilangkan kulitnya. Pada kacang Nagara segar, maka kacangnya langsung dikeringkan dengan oven pada suhu 50°C sampai kering, dengan kadar air berkisar 9 - 11%. Hasil pengeringan kacang Nagara segar, kemudian digiling dengan blender. Tepung kacang diayak dengan saringan 60 – 80 mesh.

Pengukusan dan Pengeringan Unting Sagu

Unting sagu dan unting sagu tersubstitusi kacang Nagara dilakukan pengukusan selama 0, 1, 2 dan 3 menit. Unting yang telah dikukus selanjutnya dikeringkan sampai kadar air 9 – 11 % dengan pengeringan menggunakan oven pada suhu 60°C untuk mendapatkan unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering. Unting kering dengan berbagai lama pengukusan dianalisis suhu gelas transisi (T_g) dan kapasitas panas (ΔC_p) dengan menggunakan DSC (*Differential Scanning Calorimetry*).

Pengemasan dan Penyimpanan

Unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering dikemas dengan menggunakan plastik pp, *metalizer*, dan cup kertas berlaminasi. Unting sagu kering dalam kemasan selanjutnya disimpan pada suhu 45°C selama 3 bulan. Dalam setiap

minggunya dilakukan pengamatan meliputi kadar air, ketebalan, dan kekerasan tekstur pada unting kering.

Analisis

1. Penentuan Suhu Gelas Transisi (T_g) dan Kapasitas Panas (ΔC_p) dengan *Differential Scanning Calorimetry* (DSC) (ASTM D3418-08)

Sampel ditimbang sekitar 2 - 6 mg dan dimasukkan dalam *crucible*. Analisis dilakukan dengan program suhu *scanning* adalah 0°C sampai 200°C dengan kecepatan pemanasan adalah 10°C/menit. Sebagai *purge gas* digunakan gas nitrogen dengan kecepatan aliran 20 ml/menit.

2. Kadar Air (Metode Oven) (Apriyantono *et al.*, 1989)

Kadar air ditentukan dengan menggunakan metode oven. Sampel penentuan kadar air unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering sebanyak dua kali ulangan. Setiap ulangan dilakukan pengukuran kadar air secara duplo, sehingga data yang diperoleh sebanyak 4 data untuk dua kali ulangan.

3. Ketebalan (Metode Mikrometer)

Unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering yang sudah disimpan selanjutnya disimpan pada suhu 45°C dengan berbagai jenis kemasan. Dalam setiap minggu dilakukan pengamatan untuk menentukan ketebalan dari unting kering. Pengukuran ketebalan unting dengan menggunakan mikrometer. Unting yang digunakan sebanyak 10 buah unting untuk setiap kali ulangan. Apabila dilakukan dua kali ulangan, maka terdapat 20 buah unting yang diukur ketebalannya.

4. Kekerasan (Metode *Hand Texture Hardness*)

Unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering yang sudah disimpan selanjutnya disimpan pada suhu 45°C dengan berbagai jenis kemasan. Dalam setiap minggunya dilakukan pengamatan untuk menentukan kekerasan unting kering. Pengukuran kekerasan unting dengan menggunakan *hand texture hardness*. Unting yang digunakan sebanyak 10 buah unting untuk setiap kali ulangan. Apabila dilakukan dua kali ulangan, maka terdapat 20 buah unting yang diukur kekerasannya.

5. Laju Perubahan Mutu Unting Sagu dan Unting Sagu Tersubstitusi Tepung Kacang Nagara Kering dengan Persamaan Avrami

Analisis laju perubahan mutu unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering selama penyimpanan ditentukan berdasarkan persamaan Avrami (Yoshii *et al.* 2001). Persamaan Avrami adalah :

$$R = \exp [-(kt)^n] \quad (1)$$

dimana R adalah kekerasan unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering selama penyimpanan, t adalah waktu penyimpanan, n adalah parameter untuk menentukan mekanisme laju perubahan kekerasan unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering selama penyimpanan, dan k adalah konstanta laju perubahan kekerasan unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara

kering selama penyimpanan. Persamaan (1) di atas di logaritman sebanyak dua kali dan diperoleh persamaan :

$$-\ln(\ln R) = n \ln k + n \ln t \quad (2)$$

dari persamaan (2) dapat diperoleh parameter n yang merupakan kemiringan dengan menghubungkan antara $-\ln(\ln R)$ dengan $\ln t$ dalam bentuk persamaan regresi linear. Adapun k adalah eksponen perbandingan antara perpotongan (*intercept*) dengan n (kemiringan). Perhitungan nilai k dapat ditulis dengan persamaan (3) :

$$k = \exp(\text{Intercept}/n) \quad (3)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara dengan berbagai lama pengukusan yang telah dihasilkan kemudian dikeringkan sampai kadar airnya berkisar antara 9 sampai 12%. Unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering dengan berbagai lama pengukusan dapat dilihat pada Gambar 1. Apabila pada unting sagu ditambahkan dengan tepung kacang Nagara, maka warnanya tidak seputih unting sagu, tetapi agak kecoklatan (Gambar 2) dan teksturnya lebih rapuh. Hal ini diduga disebabkan tidak terjadinya interaksi antara pati sagu dengan tepung kacang Nagara secara optimal, karena adanya perbedaan ukuran granula dan komposisi kimia pada sagu dan tepung kacang Nagara.



Gambar 1. Unting sagu kering dengan berbagai lama pengukusan. a. 0 menit; b. 1 menit; c. 2 menit; dan d. 3 menit



Gambar 2. Untung sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara

Berdasarkan penelitian Hustiany dan Fitriah (2013), maka untung sagu dan untung sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering mengandung pati berkisar antara 68.3 - 85.2 %. Kadar pati untung sagu kering dengan pengukusan 1 menit dan tanpa pengukusan lebih rendah dibandingkan dengan pengukusan 2 dan 3 menit. Hal ini disebabkan adanya proses gelatinisasi, retrogradasi, dan rekristalisasi pada pati menyebabkan ikatan pati semakin kuat (Ortega-Ojeda dan Eliasson, 2001). Sebaliknya, pada untung sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering, maka apabila dilakukan perebusan selama 3 menit, membuat ikatan pati semakin rapuh dan menurunkan jumlah pati pada untung sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara.

Suhu Gelas Transisi

Suhu gelas transisi (T_g) untung sagu kering dengan berbagai lama pengukusan berkisar antara 59.05 - 66.11 °C (Tabel 1 dan Gambar 3). Semakin lama pengukusan, maka semakin rendah T_g . Artinya, semakin lama pengukusan, maka granula pati lebih banyak yang tergelatinisasi, sehingga lebih mudah untuk terjadinya fase transisi. Hal ini senada dengan untung sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering, yaitu T_g semakin rendah dengan semakin lamanya pengukusan. T_g untung sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering dengan berbagai lama pengukusan berkisar antara 63.45 - 68.69 °C (Tabel 1 dan Gambar 3). Hal ini senada dengan yang disampaikan oleh Maaruf *et al.* (2001) yang menyatakan bahwa suhu gelas transisi tepung sagu dengan berbagai jumlah air berkisar antara 63.6 - 78.5°C.

T_g untung sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering lebih tinggi dibandingkan dengan untung sagu kering. Walaupun demikian untung sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering mempunyai kapasitas panas yang lebih rendah dibandingkan dengan untung sagu kering. Kapasitas panas untung sagu kering dengan berbagai lama pengukusan berkisar antara 1.979 - 3.134 J/g°C. Adapun kapasitas panas untung sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering dengan berbagai lama pengukusan berkisar antara 0.350 - 2.043 J/g°C (Tabel 1 dan Gambar 3). Artinya untung sagu tersubstitusi kacang Nagara kering apabila dipanaskan dalam air pada energi, suhu, dan massa yang sama lebih mudah hancur dibandingkan dengan untung sagu kering. Hal ini terbukti dengan penelitian Hustiany dan Fitriah (2013) yang menyatakan bahwa kekerasan untung sagu tersubstitusi tepung kacang

Nagara kering berkisar antara 0.2 - 0.9 kg/mm, sedangkan unting sagu kering berkisar antara 2.9 - 4.3 kg/mm.

Tabel 1. Suhu gelas transisi (T_g) dan kapasitas panas (ΔC_p) unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara dengan berbagai lama pengukusan

Jenis Unting dan Lama Pengukusan (menit)	Suhu Gelas Transisi (T_g) ($^{\circ}\text{C}$)	ΔC_p (J/g $^{\circ}\text{C}$)
Unting Sagu		
0	66,11	3,046
1	65,47	3,134
2	63,23	1,979
3	59,05	2,411
Unting Sagu Tersubstitusi Kacang Nagara		
0	68,69	2,043
1	65,88	0,362
2	63,45	0,425
3	64,08	0,350

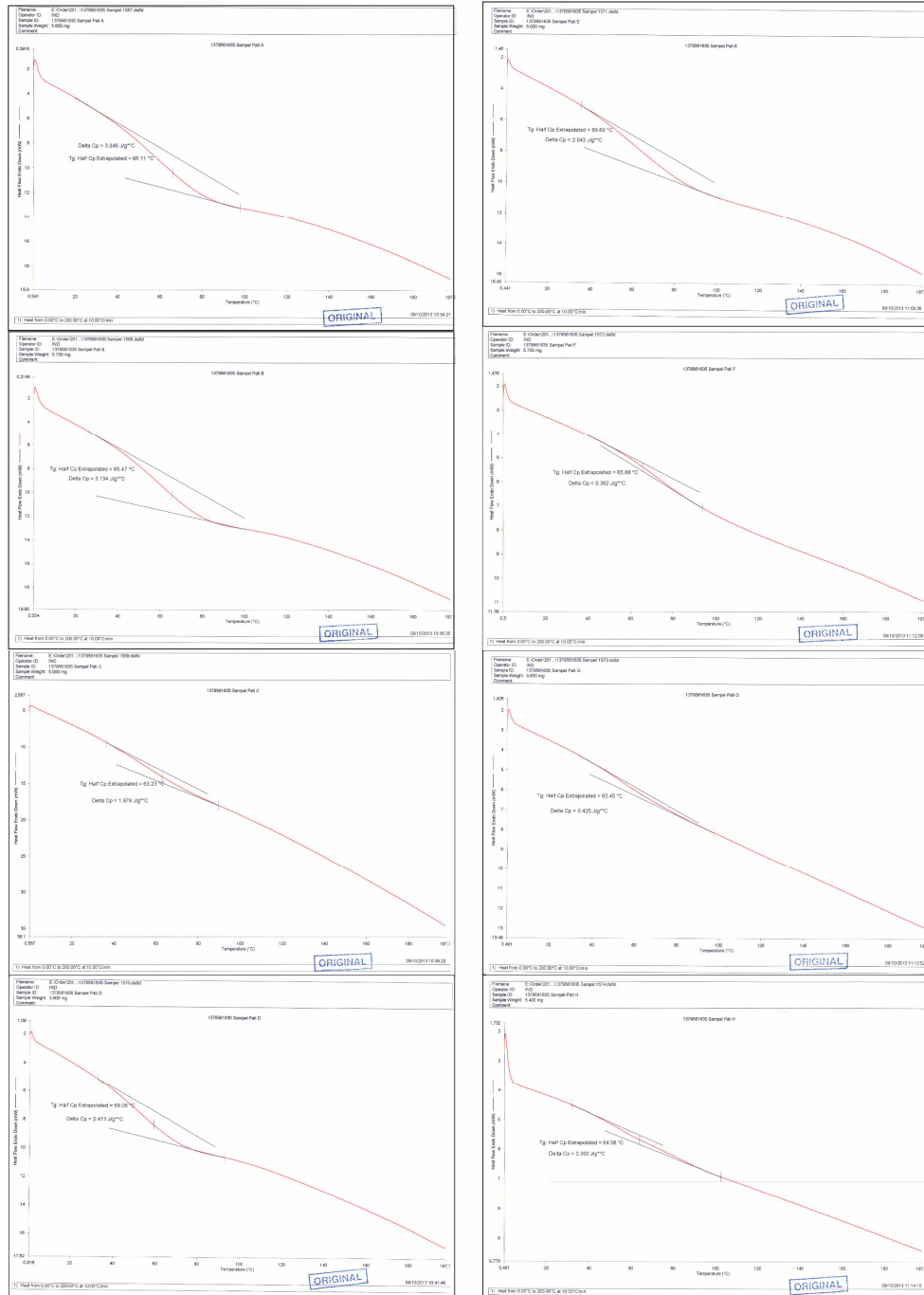
Stabilitas Kadar Air

Stabilitas kadar air unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering berpengaruh pada sifat fisik unting sagu pada saat dikonsumsi dan juga berpengaruh pada keamanan pangan, seperti mudahnya berkembang biak mikroorganisme. Dalam hal ini kadar air lebih berpengaruh terhadap sifat fisik unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering. Hal ini disebabkan kadar air awal unting berkisar 9 sampai 11%. Kadar air ini aman untuk terjadinya perkembangbiakan mikroorganisme.

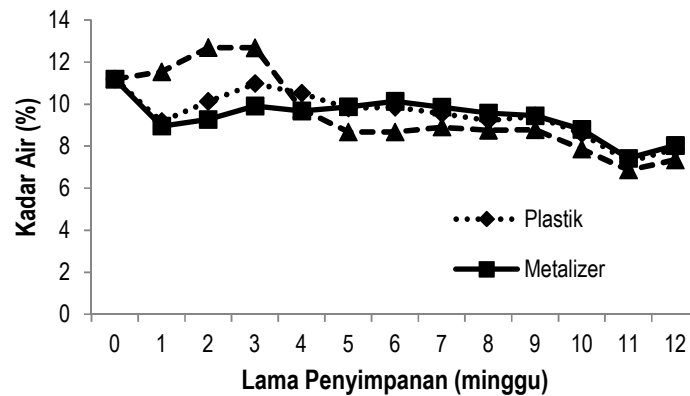
Kadar air unting sagu yang dikemas dengan menggunakan plastik pp dan *metalizer* pada minggu pertama mengalami penurunan dari 11 % menjadi sekitar 9 %, kemudian terjadi peningkatan sedikit tapi masih di bawah 11% (Gambar 4). Adapun unting sagu yang dikemas dengan cup kertas berlaminasi mengalami peningkatan hingga 12,7% dan menurun sampai kadar air yang stabil, yaitu 8 sampai 9% (Gambar 4). Artinya unting sagu yang dikemas dengan menggunakan cup kertas berlaminasi lebih mudah untuk menyerap air dari lingkungannya, sedangkan kemasan *metalizer* dan plastik pp lebih stabil terhadap lingkungannya.

d

h

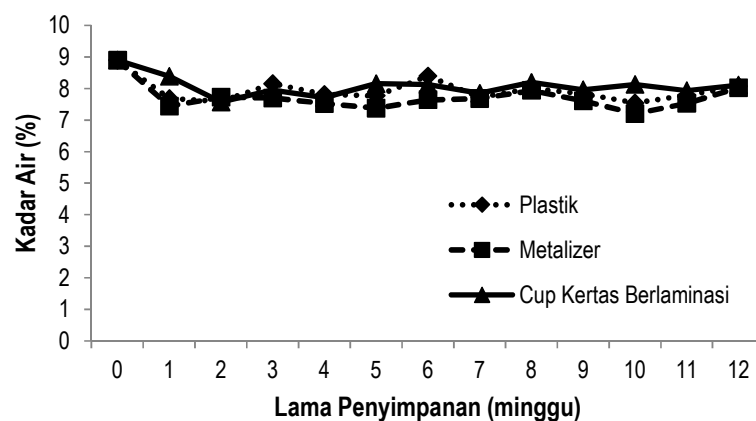


Gambar 3. DSC kekerasan berbagai lama pengukusan unting sagu (a-d) dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara (e-h). a. 0 menit; b. 1 menit; c. 2 menit; d. 3 menit; e. 0 menit; f. 1 menit; g. 2 menit; dan h. 3 menit.



Gambar 4. Kadar air unting sagu kering selama penyimpanan

Fenomena yang hampir sama juga terjadi pada kadar air unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering yang disimpan dengan menggunakan kemasan cup kertas berlaminasi, plastik pp dan *metalizer*. Pada minggu pertama juga terjadi penurunan kadar air dari 9 % menjadi 7,5 %. Minggu selanjutnya terjadi peningkatan air sedikit dan masih dibawah 9% (Gambar 5). Unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara yang dikemas dengan cup kertas berlaminasi lebih mudah menyerap air dari lingkungan, walaupun sedikit. Dan yang paling stabil adalah unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara yang dikemas dengan *metalizer*.



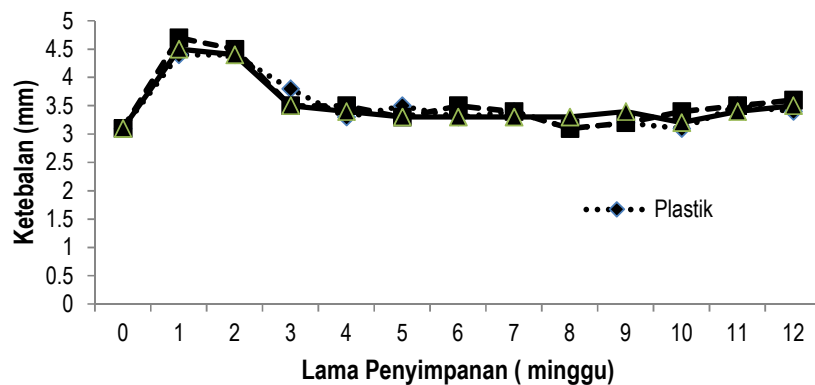
Gambar 5. Kadar air unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering selama penyimpanan

Stabilitas Ketebalan dan Kekerasan

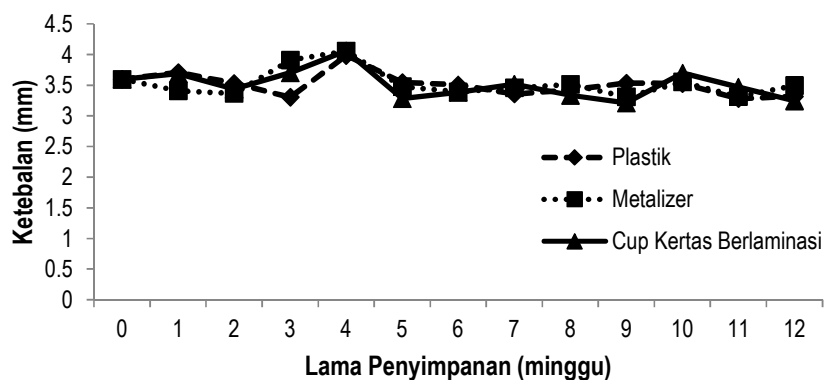
Ketebalan dan kekerasan digunakan untuk melihat perubahan sifat fisik dari unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering. Kandungan unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering sebagian besar terdiri dari pati. Pati yang mengalami proses pemanasan dan pengeringan dengan adanya air, maka akan

mengalami proses gelatinisasi, rekristalisasi dan retrogradasi. Rekristalisasi dan retrogradasi mempengaruhi terhadap ketebalan dan kekerasan unting.

Pada Gambar 6 dan 7 dapat dilihat bahwa ketebalan unting sagu relatif stabil, yaitu berkisar 3 sampai 4,5 mm. Pada awal pengeringan, unting sagu mengalami peningkatan ketebalan yang diduga disebabkan adanya pemanasan dapat mengembangkan granula pati, tetapi setelah itu terjadi penurunan ketebalan unting dan ketebalannya lebih besar dibandingkan dengan unting awalnya. Penurunan ketebalan unting disebabkan granula pati telah mengembang dan atau telah terjadi gelatinisasi. Apabila unting tersebut dikeringkan, maka terjadi proses rekristalisasi dan retrogradasi yang menyebabkan ikatan struktur pati menjadi lebih rapat dan kokoh, yaitu membentuk ikatan helix. Retrogradasi pada amilosa dapat terjadi lebih cepat dibandingkan rekristalisasi pada amilopektin. Hal ini disebabkan amilosa merupakan suatu ikatan rantai lurus (Lawal, 2004).



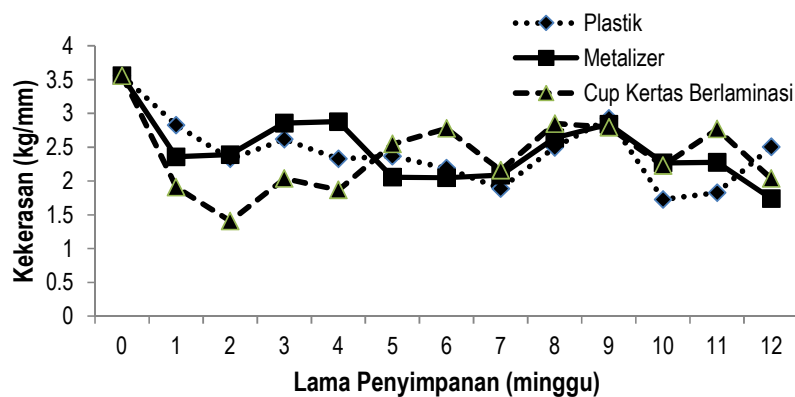
Gambar 6. Ketebalan unting sagu kering selama penyimpanan



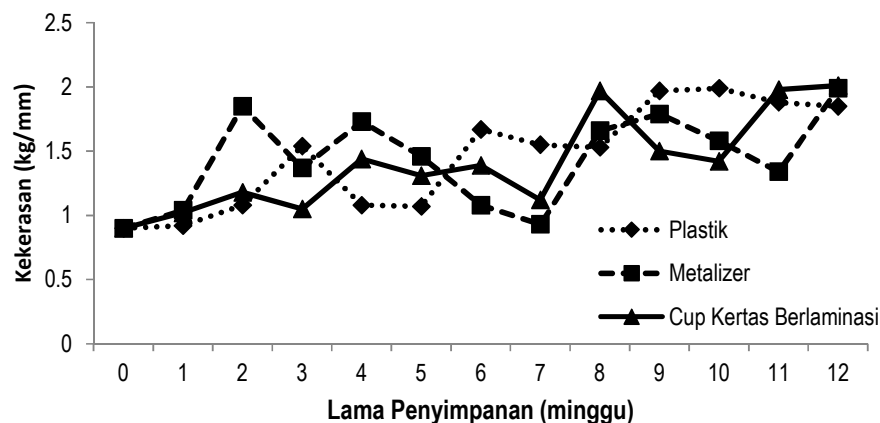
Gambar 7. Ketebalan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering selama penyimpanan

Apabila dihubungkan dengan kekerasan, maka terbentuknya ikatan helix menyebabkan unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara semakin keras (Gambar 8 dan 9). Oleh karena itu, pada saat terjadi peningkatan ketebalan dengan mengembangnya granula pati, maka kekerasan unting menurun. Selama penyimpanan

pada suhu 45°C kekerasan pada unting sagu kering pada awalnya terjadi penurunan dari minggu 1 sampai ke 2 bahkan sampai ke-4, kemudian terjadi peningkatan kekerasan walaupun pelan, dan tidak dapat melampaui kekerasan unting pada hari ke-0 (Gambar 8). Kekerasan pada unting sagu kering disebabkan terjadinya proses gelatinisasi, retrogradasi, dan rekristalisasi. Adapun pada unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering cenderung mengalami peningkatan kekerasan dari hari ke-0 sampai minggu ke-12, walaupun peningkatan kekerasannya berjalan lambat (Gambar 9). Hal ini dapat dihubungkan dengan T_g unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering lebih tinggi dibandingkan dengan unting sagu kering (Tabel 1). Dengan demikian perubahan dari satu fase ke fase yang lainnya juga terjadi lebih lambat pada unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering.



Gambar 8. Kekerasan unting sagu kering selama penyimpanan



Gambar 9. Kekerasan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering selama penyimpanan

Perubahan stabilitas kekerasan unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering disebabkan terjadinya reorder atau *rearrangement* struktur pati setelah terjadinya gelatinisasi (Lawal, 2004), yaitu terjadinya retrogradasi dan rekristalisasi

selama penyimpanan. Hal ini dapat dilihat pada pati *hybride maize*, pada hari ke-0, Tg pati *hybride maize* sebesar 77.6°C. Setelah disimpan selama dua hari, Tg pati *hybride maize* menjadi 42.7°C dan setelah disimpan 7 hari, Tg pati *hybride maize* menjadi 52.1°C (Lawal, 2004). Artinya selama proses penyimpanan terjadi peningkatan bagian dari pati yang mengalami retrogradasi dan rekristalisasi. Demikian juga yang terjadi pati kentang *waxy-maize*, kentang-*barley*, dan *waxy maize-barley* mengalami penurunan nilai Tg setelah 4 hari penyimpanan dan mengalami peningkatan yang kecil setelah disimpan 7 hari (Ortega-Ojeda dan Eliasson, 2001).

Kestabilan kekerasan unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan Avrami. Mekanisme laju perubahan kestabilan kekerasan pada unting sagu kering berada pada $n < 1$ (Tabel 2) dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering juga berada pada $n < 1$ (Tabel 3) apabila menggunakan kemasan plastik pp dan *metalizer*. Artinya mekanisme laju perubahan kestabilan kekerasan pada unting sagu kering bersifat lambat, melalui satu lapisan ke lapisan yang lain melalui difusi molekuler (Soottitantawat *et al.*, 2004). Apabila menggunakan kemasan cup kertas berlaminasi, maka mekanisme laju perubahan kestabilan kekerasan unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering berada pada $n > 1$ berarti laju perubahan kestabilan kekerasan dengan cepat pada suatu periode induksi.

Tabel 2. Nilai n dan k berdasarkan persamaan Avrami kekerasan unting sagu kering selama penyimpanan

Parameter	Nilai n			Nilai k (minggu ⁻¹)		
	Plastik	Metalizer	Cup Kertas Berlaminasi	Plastik	Metalizer	Cup Kertas Berlaminasi
<i>Slope</i>						
n1	0.286	-0.169	1.399	0.51	0.34	1.07
n2		0.109	-0.287		0.66	0.02
n3		-0.260	0.040		0.04	1.28
<i>R²</i>						
R1	0.865	0.788	0.734			
R2		0.556	0.769			
R3		0.975	0.644			
<i>Intercept</i>						
i1	-0.190	0.180	0.098			
i2		-0.046	1.204			
i3		0.810	0.010			

Tabel 3. Nilai n dan k berdasarkan persamaan Avrami kekerasan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering selama penyimpanan

Parameter	Nilai n			Nilai k(minggu ⁻¹)		
	Plastik	Metalizer	Cup Kertas Berlamnasi	Plastik	Metalizer	Cup Kertas Berlamnasi
<i>Slope</i>						
n1	0.555	-0.212	-1.185	0.41	0.00	0.07
n2	-0.365			0.00		
<i>R²</i>						
R1	0.627	0.674	0.828			
R2	0.608					
<i>Intercept</i>						
i1	-0.499	2.507	3.231			
i2	2.311					

Berdasarkan nilai k dapat dilihat bahwa laju penurunan stabilitas kekerasan pada unting sagu kering yang dikemas dengan kemasan cup kertas berlamnasi lebih cepat dibandingkan dengan unting sagu kering yang dikemas dengan plastik pp dan *metalizer*. Adapun pada unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering, maka laju penurunan stabilitas kekerasan (nilai k) lebih lambat apabila unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering dikemas dengan menggunakan plastik pp dan *metalizer* dibandingkan apabila dikemas dengan menggunakan cup kertas berlamnasi. Walaupun laju perubahan kekerasan juga masih berjalan lambat (Tabel 2 dan 3). Berdasarkan hal ini dapat dilihat bahwa laju penurunan stabilitas kekerasan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering lebih lambat dibandingkan dengan unting sagu kering.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Suhu gelas transisi (T_g) unting sagu kering dengan berbagai lama pengukusan berkisar antara 59.05 - 66.11 °C . T_g unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering dengan berbagai lama pengukusan berkisar antara 63.45 - 68.69 °C.
2. Kapasitas panas unting sagu kering dengan berbagai lama pengukusan berkisar antara 1.979 - 3.134 J/g°C. Adapun kapasitas panas unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering dengan berbagai lama pengukusan berkisar antara 0.350 - 2.043 J/g°C.
3. Ketebalan unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering selama penyimpanan relatif stabil.
4. Mekanisme laju perubahan kestabilan kekerasan unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara yang dikemas dengan plastik pp dan *metalizer* berada pada $n < 1$, sedangkan yang dikemas dengan cup kertas berlamnasi berada $n > 1$.
5. Laju penurunan stabilitas kekerasan unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering lebih lambat apabila dikemas dengan plastik pp dan *metalizer* dibandingkan apabila dikemas dengan cup kertas berlamnasi.

6. Laju penurunan stabilitas kekerasan unting sago tersubstitusi tepung kacang Nagara kering lebih lambat dibandingkan dengan unting sago kering.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Ditjen DP2M Dikti melalui Hibah Strategis Nasional Tahun Anggaran 2013 -2015.

DAFTAR PUSTAKA

- Aguilera, J.M. dan D.W. Stanley. 1999. Microstructural Principles of Food Processing and Engineering. 2nd Ed. An Aspen Pub., Maryland.
- Abd-Aziz, S. 2002. Sago starch and its utilisation. Review. J. of Bioscience and Bioengineering. 94(6):526-529.
- Ahmad, F.B., P.A. Williams, J-L. Doublier, S. Durand, dan A. Buleon. 1999. Physico-chemical characterisation of sago starch. Carbohydrate Polymers. 38:361-370. PII: S0144-8617(98)00123-4
- Apriyantono, A., D. Fardiaz, N.L. Puspitasari, Sedarnawati, dan S. Budiyo. 1989. Analisis Pangan. IPB Press, Bogor.
- Hustiany, R. dan Y. Fitriani. 2013. Sifat Fisikokimia dan preferensi konsumen terhadap unting sago dan unting sago tersubstitusi tepung kacang Nagara (*Vigna unguiculata* spp *Cylindrica*). Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Sumberdaya Lokal untuk Mendorong Ketahanan Pangan dan Ekonomi. 18 Desember 2013 : p A6-5 - A6-11. UPN Veteran Jawa Timur, Surabaya. ISBN : 978-602-9372-61-8.
- Hustiany, R. 2015. Potensi kacang Nagara (*Vigna unguiculata* spp *Cylindrica*) untuk olahan tempe. Prosiding Seminar Nasional Sinergi Pangan, Pakan dan Energi Terbarukan. 21 - 23 Oktober 2014: p 221 - 227. Unit Pelaksana Teknis Balai Pengembangan Proses dan Teknologi Kimia Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Yogyakarta. ISBN : 978 -602-70784-1-3.
- Karim, A.A. Tie, A.P.L., Mana, D.M.A., and Zaidul, L.S.M. 2008. Starch from the sago (*Metroxylon sagu*) palm tree – properties, prospect, and challenges as a new industrial source for food and other uses. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 7(3):215-228.
- Lawal, O.S. 2004. Succinyl and acetyl starch derivatives of a hybrid maize : physicochemical characteristics and retrogradation properties monitored by differential scanning calorimetry. Carbohydrate Research. DOI.10.1016/j.carres.2004.08.015.
- Maaruf, A.G., Y.B. Che Man, B.A. Asbi, A.H. Junainah, and J.F. Kennedy. 2001. Effect of water content on the gelatinisation temperature of sago starch. Carbohydrate Polymers. 46:331-337. PII : S0144-8617(00)00335-0.
- Ortega-Ortega, F.E. dan A-C. Eliasson. 2001. Gelatinisation and retrogradation behaviour of some starch mixtures. Starch/Stärke. 53:520-529.
- Roos, Y.H. dan M. Karel. 1991. Applying state diagrams to food processing and development. Food Technol. Desember:67-71.

-
- Roos, Y.H., M.Karel, dan J.L. Kokini. 1996. Glass transitions in low moisture and frozen foods : effects on shelf life and quality. Food Technol. November:95-105.
- Sootitawat, A., H. Yoshii, T. Furuta, M. Ohgawara, P. Forsell dan R. Partanen. 2004. Effect of water activity on the release characteristics and oxidative stability of D-limonene encapsulated by spray drying. J. of Agric. Food Chem. 52:1269-1276.
- Yoshii, H., A. Sootitawat, X-D. Liu, T. Atarashi, T. Furuta, S. Aishima, M. Ohgawara, dan P. Linko. 2001. Flavor release from spray-dried maltodextrin/gum arabic or soy matrices as a function of storage relative humidity. Innovative Food Sci. Emerging Tech. 2:55-61. PII: S 1 4 6 6 - 8 5 6 4 Ž 0 1 . 0 0 0 1 9 – 4

T1-TI 23

MEMPELAJARI PENGOLAHAN TEH GULA BATU YANG DISUKAI DI DASARKAN PERBANDINGAN SEDUHAN TEH DAN GULA

Study of Sugarcube Tea with Comparison of Tea Steeping and Sugar

Adi Ruswanto^{a*}

^aJurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Stiper

thp_instiper_jogja@yahoo.co.id

ABSTRACT

Research that has been conducted aims of this study was to determine the physical, chemical and consumer preferences for sugar cubes ready for brewing tea. In addition, to determine the number of comparisons of tea with sugar in order to obtain optimum crystal rock sugar preferred panelists. The experimental design used in this research is the design of plots Divided (RPT), as a main plot that comparisons tea with water solvent (K), consists of three levels, namely: $K_1 = 1:1$, $K_2 = 1:2$, $K_3 = 1:3$, while the share of plots that percentage steeping tea to sugar (P), consists of three levels ie: $P_1 = 15\%$, $P_2 = 20\%$, $P_3 = 25\%$. This research was carried out by a combination of factors K and P factor with 2 replications to obtain $3 \times 3 \times 2 = 18$. Unit experimentation, the resulting product is then evaluated with the parameters of moisture, reducing sugar, sucrose concentration, A (texture, color, flavor). Based on observations, analysis of results and discussion, it can be concluded as follows factor ratio of tea to water solvent effect on the level of preference panelists, but no effect on moisture content, ash content, reduction sugar, sucrose concentration in the product tea sugar cubes produced, For steeping tea percentage factor accuse sugar affect the levels of reducing sugars, sucrose concentration and the level of preference panelists, but no effect on moisture content, ash content in tea products produced sugar cube. Based on the level of the panelists A good treatment is the use ratio of tea to water solvent in the extraction process is 1:1 with a preference level of 6.76 and the percentage of steeping tea treatment accuse sugar 25% to the value of A-level panelist at 6.39

Keywords: tea sugar cubes, extraction, preferable

ABSTRAK

Penelitian yang telah dilakukan bertujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat fisik, kimia dan kesukaan konsumen terhadap gula batu teh siap seduh. Selain itu juga untuk mengetahui jumlah perbandingan teh dengan gula kristal yang optimal sehingga diperoleh gula batu yang disukai panelis. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Petak Terbagi (RPT), sebagai petak utama yaitu Perbandingan teh dengan pelarut air (K), terdiri dari 3 taraf, yaitu: $K_1 = 1:1$, $K_2 = 1:2$, $K_3 = 1:3$, sedangkan petak bagiannya yaitu Prosentase seduhan teh terhadap gula pasir (P), terdiri dari 3 taraf yaitu: $P_1 = 15\%$, $P_2 = 20\%$, $P_3 = 25\%$. Penelitian ini dilakukan dengan kombinasi faktor K dan faktor P dengan 2 kali ulangan sehingga didapatkan $3 \times 3 \times 2 = 18$. Satuan eksperimentasi, produk yang dihasilkan kemudian dievaluasi dengan parameter kadar air, gula reduksi, kadar sakarosa, kesukaan (tekstur, warna, citarasa). Berdasarkan hasil pengamatan, analisis hasil dan pembahasan maka dapat ditarik suatu kesimpulan sebagai berikut faktor perbandingan teh dengan pelarut air berpengaruh terhadap tingkat kesukaan panelis, tetapi tidak berpengaruh terhadap kadar air, kadar abu, kadar gula reduksi, kadar sukrosa pada produk teh gula batu yang dihasilkan. Untuk faktor prosentase seduhan teh terhadap gula pasir berpengaruh terhadap kadar gula reduksi, kadar sukrosa dan tingkat kesukaan panelis, tetapi tidak berpengaruh terhadap kadar air, kadar abu pada produk teh gula batu yang dihasilkan. Berdasarkan tingkat kesukaan panelis maka perlakuan yang baik adalah penggunaan perbandingan teh dengan pelarut air pada proses ekstraksi adalah 1:1 dengan tingkat kesukaan 6,76 dan perlakuan prosentase seduhan teh terhadap gula pasir 25 % dengan nilai tingkat kesukaan panelis sebesar 6,39

Kata kunci : teh gula batu, ekstraksi, kesukaan

PENDAHULUAN

Gula batu sangat identik dengan minuman yang familiar dengan istilah teh poci yang nasgitel yaitu merupakan sebutan istilah minuman panas legi kentel yang merupakan minuman khas sebutan dari seduhan teh dan gula batu, terutama di daerah pantura (Teh Poci) dan Gunungkidul, Klaten/Jawa Tengah. Dalam penyajiannya harus menyediakan dua komponen tersebut, sehingga terkesan repot. Untuk meningkatkan mutu gula produk dapat dilakukan dengan beberapa cara, antara lain dengan meningkatkan mutu tebu, melebur gula produk yang tidak memenuhi syarat kemudian mengkristalkan kembali, serta penjernihan nira atau gula tumbu dengan menggunakan bahan kimia seperti fosfat, sulfat, atau karbon. Komponen utama gula batu adalah gula Kristal tebu, bahan ini merupakan komoditas strategis karena merupakan salah satu dari sembilan bahan kebutuhan pokok masyarakat. Gula kristal putih adalah salah satu hasil dari pengolahan batang tebu (*Saccharum officinarum*). Gula tebu merupakan bahan yang digunakan untuk pemanis alami baik untuk minuman maupun ditaburkan dalam makanan yang dapat meningkatkan aroma dan cita rasa pada minuman maupun makanan. (Adi Ruswanto, 2008)

Di masyarakat/pasar sudah sejak lama ada produk diversifikasi dari gula tebu yaitu Gula Batu (rock sugar). Selama ini anggapan yang berkembang di masyarakat adalah konsumsi gula yang berlebih dapat menyebabkan rasa gatal pada tenggorokan, namun tidak demikian halnya dengan gula batu. Kemungkinan besar hal ini disebabkan masih adanya kotoran yang terkandung dalam gula yang tidak ikut tersaring dalam proses penjernihan. Namun karena gula batu belum sepopuler gula pasir, penggunaannya oleh masyarakat cenderung masih rendah dan hanya populer di daerah-daerah tertentu. Dari total perdagangan gula, persentase perdagangan gula batu kurang lebih baru mencapai 10%.

Meskipun produk gula batu sudah lama beredar dipasaran, sampai saat ini tidak ada artikel atau referensi yang jelas mengenai gula batu dan standar mutunya, ataupun juga produk diversifikasi lainnya dari gula batu.. Sementara itu pada produk gula batu yang beredar di pasaran selama ini tidak diketahui dengan pasti zat-zat yang terkandung didalamnya, hanya tingkat penerimaan konsumen berdasarkan sifat inderawi saja patokan mutu yang diterapkan. Berdasarkan keyakinan masyarakat, gula batu banyak digunakan dalam campuran obat-obat tradisional. Selain itu penggunaannya banyak tersebar di warung-warung pembuat teh poci. Sehingga terkesan merepotkan dalam penyajian.

Pada dasarnya prinsip pembuatan gula batu hampir sama dengan proses pembuatan gula pasir. Perbedaannya hanya terletak saat pengkristalannya. Pada pembuatan gula pasir, pada saat kristal mengalami proses pertumbuhan, prosesnya dihentikan pada ukuran tertentu. Sedangkan pada pembuatan gula batu proses kristalisasi dibiarkan tanpa dihentikan sehingga didapat bongkahan kristal yang cukup besar (Narpo, 2008). Berdasarkan proses pembuatan gula batu perbandingan gula dengan pelarut adalah sekitar 2:1, sampai 4:1, dan menurut informasi di <http://www.wikipedia.com>, tidak ada perbandingan yang jelas sesuai dengan kebiasaan pengrajin. Sedangkan untuk diversifikasi produk gula batu belum ada, misalnya gula batu dengan siap saji dengan berasa teh,

sehingga mudah dalam penyajian. Biasanya dalam pembuatan teh gual batu saat penyajian perbandingannya 1 sendok teh dan 1 sendok/butir gula batu.

Meskipun produk gula batu sudah lama beredar dipasaran, sampai saat ini tidak ada referensi yang jelas mengenai gula batu dan standar mutunya serta diversifikasi produk. Sementara itu pada produk gula batu yang beredar di pasaran selama ini tidak diketahui dengan pasti zat-zat yang terkandung didalamnya, hanya tingkat penerimaan konsumen berdasarkan sifat inderawi saja patokan mutu yang diterapkan.(Anonim, 2008 a;Anonim, 2008 b) Berdasarkan keyakinan masyarakat, gula batu banyak digunakan dalam campuran obat-obat tradisional. Demikian juga teh, sudah lama dikenal karena komponen yang terdapat didalamnya yang berhubungan dengan kesehatan (Setyamidjaja,2000) Komponen utama gula batu adalah gula kristal putih/tebu, bahan ini merupakan komoditas strategis karena merupakan salah satu dari sembilan bahan kebutuhan pokok masyarakat. Gula kristal putih adalah salah satu hasil dari pengolahan batang tebu (*Saccharum officinarum*). Gula tebu merupakan bahan yang digunakan untuk pemanis alami baik untuk minuman maupun ditaburkan dalam makanan yang dapat meningkatkan aroma dan cita rasa pada minuman maupun makanan.Selain itu penggunaannya banyak tersebar di warung-warung pembuat teh poci, sehingga dalam penyajiannya terkesan merepotkan, biasanya perbandingan 1 sendok teh dengan 1 sendok gula batu untuk 1 seduhan.

Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan penelitian tentang berbagai diversifikasi produk gula batu dan penyajiannya lebih mudah dan cepat, termasuk teh poci./teh gula batu siap konsumsi.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah teh curah dari kabupaten Wonosobo dan gula tebu kristal /pasir putih yang diperoleh di pasar lokal di kabupaten Sleman, Yogyakarta. Bahan kimia untuk analisis antara lain reagensia nelson, Pb asetat, H₂SO₄, HCl, NaOH. Alat-alat yang digunakan dalam percobaan ini adalah : gelas piala, timbangan, pengaduk, gelas ukur, pipet volume, spektrofotometer, polarimeter, kertas saring, muffle, pH meter, gelas ukur, refraktometer, botol timbang dan labu ukur

Rancangan percobaan :

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Petak Terbagi (RPT), dengan perbandingan gula pasir dengan seduhan teh/pelarut (K) sebagai petak utuh dan perbandingan gula pasir dengan teh(P) sebagai petak bagian (Gomez and Gomez, 1984) yaitu :perbandingan teh dengan pelarut air (K), terdiri dari 3 taraf, K₁ = 1 : 1, K₂ = 1 : 2, K₃ = 1 : 3. dan faktorprosentase seduhan teh terhadap gula pasir (P), terdiri dari 3 taraf P₁ = 15 %, P₂ = 20 %, P₃ = 25 %.Penelitian ini dilakukan dengan kombinasi faktor K dan faktor P dengan 2 kali ulangan sehingga didapatkan 3 x 3 x 2 = 18 Satuan eksperimentasi. Hasil pengamatan dianalisa Anava. Bila terdapat beda nyata antar perlakuan, dilanjutkan Uji Jarak Berganda Duncan (DMRT) pada jenjang nyata 5%.

Prosedur Pelaksanaan

Disiapkan bahan-bahan yang akan digunakan untuk pembuatan gula batu berupa : gula tebu kristal dan seduhan teh. Gula pasir (tebu) Adapun pelaksanaan penelitian sebagai berikut; menyiapkan teh dan air panas (mendidih), kemudian dilakukan penyeduhan (teh di tambahkan air panas) dengan perbandingan antara teh dengan air panas $K_1 = 1 : 1$, $K_2 = 1 : 2$, $K_3 = 1 : 3$, kemudian disaring (sebagai filtrat), Kemudian disiapkan masing-masing 500gr gula tebu (pasir) kristal warna putih,.Lalu masing-masing dimasukkan ke dalam gelas piala 1000 ml kemudian dilarutkan dengan 100 ml air seduhan teh (20%), dipanaskan selama sambil diaduk. Setelah masak (jika larutan kental, sampel dimasukan ke air lalu memadat atau tidak larut) api dimatikan. Kemudian larutan yang kental tadi dituang ke alat cetak. Kemudian didinginkan masing-masing selama, 30 menit. Demikian seterusnya sesuai urutan kombinasi perlakuan. Pada setiap akhir pendinginan dilakukan analisis hasil meliputi; kadar air, kadar gula total, kadar gula reduksi, kesukaan (warna, rasa, tekstur)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produk gula batu yang telah dihasilkan dari penelitian ini telah di lakukan pengamatan dan analisis statistik yang meliputi Analisis kadar air, gula reduksi, kadar abu, kadar sakarosa, Tekstur, Uji tingkat kesukaan (warna,rasa,tekstur). Adapun tiap parameter pengamatan.untuk lebih jelasnya disampaikan dibawah ini

1. Kadar air

Salah satu parameter penilaian kualitas suatu produk adalah kandungan air yang ada di dalamnya. Adanya sejumlah air yang ada akan dapat juga mempengaruhi daya simpan dari produk tersebut. Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis pada produk teh gula batu dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Hasil Rerata Uji Jarak Berganda Duncan kadar air teh gula batu pada jenjang nyata 5%

Perbandingan teh dengan pelarut air	Prosentase seduhan teh terhdp gula pasir (% b/b)			Jumlah	Rerata
	P ₁	P ₂	P ₃		
K ₁	2,82	2,81	2,82	8,45	2,82 c
K ₂	2,81	2,83	2,82	8,46	2,82 c
K ₃	2,80	2,81	2,83.	8,44	2,81 c
Jumlah	8,43	8,45	8,47		
Rerata	2,81 a	2,82 a	2,82 a		

Keterangan : Angka rerata yang diikuti huruf yang sama baik baris dan kolom menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan dengan jenjang nyata 5%.

Berdasarkan Tabel 2 di atas menunjukkan bahwa faktor Perbandingan teh dengan pelarut air dan faktor Prosentase seduhan teh terhadap gula pasir tidak berpengaruh pada parameter kadar air produk teh gula batu yang dihasilkan. Kandungan air pada teh gula batu yang ada berkisar antara 2,81-2,82 %. Hal ini

kemungkinan disebabkan proses pengolahan. Pada saat proses pengolahan gula kristal tebu menjadi gula batu ada tahap yang pertama pelarutan menggunakan pemanasan dan ada tahap akhir pemanasan/pemasakan, pada tahap akhir pemanasan ini disebut larutan tersebut lewat jenuh (larutan sudah masak) dimana tiap perlakuan ini kriterianya sama yaitu untuk mengakhiri pemanasan/pemasakan dengan jalan diambil sampel dan ditetaskan pada air dingin. Apabila larutan gula sudah tidak larut atau sudah mengeras maka pemanasan dihentikan dan larutan kental tadi siap untuk dicetak. Hal inilah yang menjadikan kadar air pada semua kombinasi perlakuan sama (tidak berpengaruh). Menurut Maulny dkk, (2005), menyatakan bahwa kandungan kadar air berhubungan dengan adanya kandungan glukosa dan fruktosa. Namun ada beberapa faktor yang dapat menyebabkan kandungan air pada produk berbeda-beda ataupun sama, yang disebabkan karena faktor proses pengolahan atau tahapan dalam proses pembuatan produk.

1. Kadar gula reduksi

Gula reduksi termasuk dalam kelompok monosakarida (fruktosa dan glukosa), pada pabrik gula biasanya akan ditekan serendah mungkin. Adapun hasil pengamatan dan analisis dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Hasil Rerata Uji Jarak Berganda Duncan kadar Gula reduksi teh gula batu pada jenjang nyata 5%

Perbandingan teh dengan pelarut air (ekstraksi)	Prosentase seduhan teh terhdg gula pasir (% b/b)			Jumlah	Rerata
	P ₁	P ₂	P ₃		
K ₁	4,27	4,46	4,85	13,58	4,53 d
K ₂	4,44	4,84	5,09	14,37	4,85 d
K ₃	4,50	4,80	5,20	14,50	4,83 d
Jumlah	13,21	14,10	15,14		
Rerata	4,40 a	4,70 b	5,05 c		

Keterangan : Angka rerata yang diikuti huruf yang sama baik baris dan kolom menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan dengan jenjang nyata 5%.

Berdasarkan hasil analisis statistik pada Tabel 2 dapat dikatakan bahwa pada perlakuan perbandingan teh dengan pelarut air menunjukan tidak ada pengaruh, sedangkan pada perlakuan prosentase seduhan dengan gula pasir yang digunakan untuk membuat teh gula batu menunjukan adanya pengaruh antar perlakuan dimana perlakuan P₁, P₂ dan P₃ secara berurutan nilainya semakin besar. Artinya bahwa semakin besar jumlah air seduhan teh yang digunakan untuk melarutkan gula pasir dalam pembuatan teh gula batu, maka kandungan gula reduksinya juga semakin tinggi. Hal ini terjadi disebabkan karena semakin besar air seduhan yang digunakan berarti jumlah gula (disakarida) yang terdapat dalam bahan dalam proses pengolahan yang di pecah atau diurai menjadi monosakarida (gula reduksi) akibat proses hidrolisis juga

akan menjadi tinggi. Apalagi selama proses berlangsung kontak yang terjadi dalam keadaan panas sehingga akan mempercepat dan memperbesar terpecahnya gula sakarosa menjadi monosakarida-monosakarida (gula reduksi).

Seperti yang disampaikan Adi Ruswanto (2008) dan Maulny dkk.(2005), bahwa disakarida akan dapat terpecah menjadi monosakarida-monosakarida (gula sederhana) akibat beberapa faktor yaitu adanya air (hidrolisis), panas, asam, basa ataupun proses yang melibatkan kombinasi dari faktor tersebut. Semakin besar faktor yang mempengaruhi perubahan, maka monosakarida (gula reduksi) yang terbentuk juga semakin besar.

4. Kadar Sakarosa

Sakarosa atau sering disebut sukrosa. Dalam gula pasir sakarosa ini merupakan komponen yang terbesar. Hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Hasil Uji Jarak Berganda Duncan kadar sakarosa pada jenjang nyata 5%

Perbandingan teh dengan pelarut air	Prosentase seduhan teh terhadap gula pasir (% b/b)			Jumlah	Rerata
	P ₁	P ₂	P ₃		
K ₁	81,57	77,93	72,96	223,45	77,49 b
K ₂	81,65	75,80	71,85	220,30	76,43 b
K ₃	80,78	73,77	70,64	226,19	75,06 b
Jumlah	235,00	228,5	206,45		
Rerata	81,33 a	75,80 b	71,82 c		

Keterangan : Angka rerata yang diikuti huruf yang sama baik baris dan kolom menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan dengan jenjang nyata 5%.

Dari Tabel 3 tersebut dapat disampaikan bahwa pada faktor perbandingan teh dengan pelarut air, tidak berpengaruh terhadap kandungan sakarosa, hal ini dikarenakan semua komponen sakarosa yang terdapat pada teh sudah terekstrak semua pada berbagai perlakuan yang ada sehingga komponen sakarosanya sama atau dikatakan tidak berpengaruh. Perbandingan teh dengan pelarut air. Sedangkan pada faktor Prosentase seduhan teh terhadap gula pasir (P) menunjukkan adanya pengaruh terhadap kadar sakarosa pada produk teh gula batu yang dihasilkan, dimana semakin tinggi jumlah seduhan teh (air seduhan teh) maka menjadikan kadar sakarosa pada produk teh gula batu semakin rendah datanya sebagai berikut dari perlakuan P1 81,33%, P2 75,80% dan P3 71,82%. Hal ini penyebabnya adalah adanya proses pemecahan dari sakarosa awal yaitu gula pasir sebagai bahan (disakarida) menjadi monosakarida-monosakarida (gula reduksi). Hasil ini dapat diperkuat dengan kandungan gula reduksi yang semakin tinggi akibat jumlah air seduhan teh yang tinggi pula, atau dengan bahasa lain bahwa kandungan gula reduksi berbanding terbalik dengan kadar sakarosa. Menurut Adi Ruswanto (2008) dan Maulny dkk.(2005), bahwa

disakarida (sakarosa) akan dapat terpecah menjadi monosakarida-monosakarida (gula sederhana) akibat beberapa faktor yaitu adanya air (hidrolisis), panas, asam, basa ataupun proses –proses yang melibatkan kombinasi dari faktor-faktor tersebut.

5. Kesukaan secara keseluruhan (warna, rasa dan tekstur)

Kesukaan setiap konsumen pada produk yang sama tentunya bisa berbeda, sebab kesukaan erat hubungannya dengan selera, adat istiadat ataupun kebiasaan seseorang mengkonsumsi produk tersebut. Hasil penelitian kesukaan (warna, rasa dan tekstur) dapat dilihat pada Tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Hasil Rerata Uji Jarak Berganda Duncan Kesukaan keseluruhan (Warna, rasa dan tekstur)

Perbandingan teh dengan pelarut air	Prosentase seduhan teh terhdg gula pasir (% b/b)			Jumlah	Rerata
	P ₁	P ₂	P ₃		
K ₁	6,74	6,75	6,79	20,28	6,76 a
K ₂	5,59	6,15	6,20	17,94	5,98 b
K ₃	5,48	5,65	6,18	17,31	5,77 c
Jumlah	17,80	18,56	19,17		
Rerata	5,95 d	6,18 e	6,39 f		

Keterangan : Angka rerata yang diikuti huruf yang sama baik baris dan kolom menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan dengan jenjang nyata 5%.

Berdasarkan Tabel 4 di atas menunjukan bahwa pada Faktor I: Perbandingan teh dengan pelarut air (K) dan Faktor II. Prosentase seduhan teh terhdg gula pasir (P) ada pengaruh terhadap produk teh gula batu yang dihasilkan. Pada faktor K semakin tinggi pelarut untuk ekstraksi maka kesukaanya semakin rendah, sedangkan pada faktor kedua P menunjukan bahwa semakin tinggi jumlah seduhan maka semakin tinggi tingkat kesukaanya. Adapun nilainya untuk faktor K₁ 6,67 K₂ 5,98 dan K₃ 5,77 sedangkan untuk faktor II nilai dari yang tertinggi adalah P₃ 6,39 P₂ 6,18 dan K₁ adalah 5,95

Dari Tabel 4 tersebut dapat dikatakan bahwa semakin banyak pelarut untuk ekstraksi teh maka semakin tidak disukai oleh konsumen pada produk teh gula batu. Hal ini disebabkan karena semakin besar pelarut untuk ekstrak maka semakin encer dan dari tingkat warna kurang menarik, demikian juga komponen/senyawa kimia yang menyebabkan rasa teh (senyawa flavonoid) sedikit sehingga dari warna dan rasa kurang disukai. Sedangkan pada faktor ke II menunjukan bahwa semakin tinggi jumlah seduhan ekstrak teh maka produk teh gula batu yang dihasilkan semakin disukai panelis. Hal ini terjadi disebabkan karena semakin tinggi jumlah prosentase seduhan teh maka senyawa/komponen yang terekstrak seperti warna, tanin dan senyawa lainnya yang menyebabkan rasa teh banyak yang terikut dan jumlahnya juga semakin tinggi, sehingga produk teh gula batu yang dihasilkan juga semakin disukai.

Menurut Hartoyo (2003), bahwa pucuk daun teh banyak mengandung zat warna, vitamin C dan vitamin B-12 senyawa, polifenol, senyawa tanin, dan minyak esensial yang semuanya dapat mempengaruhi cita-rasa dan kesukaan. Demikian juga menurut Setyamidjaja, (2000), mengatakan bahwa adanya senyawa atau komponen kimia yang terkandung di pucuk teh (tanin, vitamin, mineral, kafein senyawa flavonoid lainnya) menyebabkan rasa pada seduhan teh akan lebih baik. Sehingga dengan banyaknya komponen dalam teh tersebut ada pada suatu bahan pangan (teh gula batu) maka secara otomatis produk tersebut kemungkinan besar semakin disukai konsumen.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Faktor perbandingan teh dengan pelarut air berpengaruh terhadap tingkat kesukaan panelis, tetapi tidak berpengaruh terhadap kadar air, kadar gula reduksi, kadar sukrosa pada produk teh gula batu yang dihasilkan
2. Faktor prosentase seduhan teh terhadap gula pasir berpengaruh terhadap kadar gula reduksi, kadar sukrosa dan tingkat kesukaan panelis, tetapi tidak berpengaruh terhadap kadar air, kadar abu pada produk teh gula batu yang dihasilkan
3. Berdasarkan tingkat kesukaan panelis maka perlakuan yang baik adalah penggunaan perbandingan teh dengan pelarut air pada proses ekstraksi adalah 1:1 dengan tingkat kesukaan 6,76 dan perlakuan prosentase seduhan teh terhadap gula pasir 25 % dengan nilai tingkat kesukaan panelis sebesar 6,39 .

DAFTAR PUSTAKA

- Adi Ruswanto, Soeharsono, Ismoyo, Danang Eko, 2003. Upaya Peningkatan mutu gula tebu merah menjadi gula putih dengan cara karbonatasi. Prosiding Semiloka Nasional. ISSN 979-97725-2-4. Hal: 211-218
- Adi Ruswanto, 2006. Antara Pesimis dan Optimis. Program Akselerasi Tebu. AgroTeknosE. Jurnal Teknologi dan Enjiniring Pertanian. FATETA. INSTIPER Yogyakarta. Vol. II No 1.. ISSN 1829-8451
- Adi Ruswanto, 2008. Teknologi Pengolahan Bahan Pemanis. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian. INSTIPER .Yogyakarta.
- Anonim, 2008a. Jenis-jenis gula dan berbagai produk terkait. [http://www.google.com Food-info.net.html](http://www.google.com/Food-info.net/html).
- Anonim, 2008 b. Petunjuk umum pembuatan gula batu. <http://wikipedia.com>
- Bambang Kartika, Puji Astuti, dan W. Suprtono, 1988. Pedoman Uji Inderawi Bahan Pangan. PAU Pangan dan Gizi UGM. Yogyakarta
- Gomez, K. A dan A. A, Gomez, 1984. Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian. John Wiley and Sons, Inc. Diterjemahkan oleh Ansi Hakim. UI Press, Jakarta.
- Hartoyo, Arif, 2003. Teh dan khasiatnya Bagi kesehatan. Penerbit: Kanisius, Yogyakarta.

- Maulny, A,P,E., S.T, Becket dan G. Mackenzie, 2005. Physical properties of co-crystalline sugar and honey. *Journal of Food Science*, vol. 70, Nr. 9
- Narpo, 2008. Cara pembuatan gula batu. Desa Sanggrahan, Pedukuhan Bogem, Kecamatan. Kalasan, Yogyakarta.
- Setyamidjaja, D., 2000. *Teh Budi Daya Dan Pengolahan Pascapanen*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Suparmo dan Sudarmanto, 1991. Proses pengolahan gula tebu. PAU, UGM, Yogyakarta.
- Soeiharsono, Martoharsono, 1979. Pengolahan Tebu menjadi gula, seri teknologi tanaman industri. Yayasan Pembina Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Sudarmadji Slamet, Bambang Haryono, dan Suhardi, 1996. Analisa bahan makanan dan pertanian. Penerbit liberty, Yogyakarta.

T1-TI 24

SELEKSI KHAMIR DARI NIRA BERDASARKAN TOLERANSI DAN PRODUKTIVITAS ETANOL

Yeast Selection of The Sap of Palm Trees Based on Ethanol Tolerance and Productivity

Venny Santosa^a, Johani Asri Windhayu^b, Siswoko^b, Islia Rukminingsih^b, R.L.N.K. Retno Triandhini^c, Sri Kasmiyati^b, Ferry Fredy Karwur^{ac}

^aMagister Biologi, Universitas Kristen Satya Wacana

Jl. Diponegoro 52-60, Salatiga, Jawa Tengah, Indonesia

^bFakultas Biologi, Universitas Kristen Satya Wacana

Jl. Diponegoro 52-60, Salatiga, Jawa Tengah, Indonesia

^cProgram Studi Teknologi Pangan, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Kristen Satya Wacana
Jl. Kartini 11A, Salatiga, Jawa Tengah, Indonesia

*Email: ferry.karwur@staff.uksw.edu

ABSTRACT

*Yeast is a microorganism with multi functions and widely used by human, especially due to its fermentative trait. Sugar fermentation by yeast produces ethanol and carbon dioxide. Ethanol is a flammable, volatile and colorless compound, which can be utilized in many fields, such as for beverages, antiseptic, solvents and biofuel. However, thus far, production of ethanol usually involved traditional strain of yeast which has been known by human, without regards to the fermentation purpose. In ethanol production, the desired properties of yeast are its ethanol tolerance, fermentation speed and ethanol productivity on various substrates. Therefore, exploration and selection of novel yeasts with these desired traits are really important. In our research, we focused the yeast exploration from the inflorescence sap of three kinds of Palmae; coconut, sugar palm, and papyrus trees. Yeasts from the samples were isolated and purified to single strains and tested for fermentative properties. Ethanol tolerance test was done on YPD (Yeast extract Peptone Dextrose) medium supplemented with 5-15% ethanol. Fermentation ability was tested on medium containing various carbon sources, such as xylose, glucose, fructose, maltose and sucrose. In addition, ethanol productivity was tested with YPD medium supplemented with 20% glucose for 12 d in room temperature. *Saccharomyces cerevisiae* was used as a control for ethanol productivity experiments. From the total of 124 yeast isolates derived from three kinds of Palmae trees, 20 isolates were able to grow on medium supplemented with 14.5% ethanol. From these isolates, 9 of the best isolates were further tested for their fermentation speed and carbon utilization. Thus, this research provides novel strain of yeasts available locally, which showed high potential to be utilized in industrial ethanol production process.*

Keywords: yeast, Palmae sap, ethanol, tolerance, productivity.

ABSTRAK

Khamir merupakan mikroorganisme multifungsi yang banyak dimanfaatkan manusia, terutama karena kemampuan fermentasinya. Fermentasi gula oleh khamir akan menghasilkan etanol dan karbon dioksida. Etanol merupakan senyawa volatile, mudah terbakar, dan tidak berwarna yang mempunyai banyak manfaat, antara lain untuk minuman, antiseptik, pelarut dan bahan bakar. Namun sejauh ini, biasanya produksi etanol hanya menggunakan strain khamir yang telah dikenal manusia tanpa memperhatikan peruntukannya. Faktor-faktor yang sangat penting dalam peruntukan khamir untuk produksi etanol adalah toleransi, kecepatan

fermentasi dan produktivitas etanol pada berbagai jenis substrat gula. Oleh karena itu, eksplorasi dan seleksi khamir dengan karakteristik fermentasi tersebut sangat penting dilakukan. Dalam penelitian kami, eksplorasi khamir dilakukan dari berbagai nira *Palmae*, yaitu dari nira kelapa, nira aren dan nira lontar. Khamir dari sampel-sampel nira tersebut diisolasi menjadi kultur murni dan diuji karakteristik fermentasinya. Seleksi toleransi etanol dilakukan pada medium YPD (yeast extract peptone dextrose) dengan penambahan etanol antara 5-15%, sedangkan kemampuan fermentasi diuji dengan sistem batch menggunakan berbagai sumber karbon, seperti xilosa, glukosa, fruktosa, maltosa dan sukrosa. Selanjutnya, produktivitas etanol diuji menggunakan medium YPD yang mengandung 20% glukosa selama 12 hari pada suhu ruang. Untuk uji produktivitas etanol, *Saccharomyces cerevisiae* digunakan sebagai kontrol. Dari sebanyak 124 isolat khamir yang diperoleh dari tiga jenis sampel nira, sebanyak 20 isolat mampu tumbuh pada konsentrasi etanol 14.75%. Sebanyak 9 isolat terbaik diuji lebih lanjut untuk kecepatan fermentasi dan kemampuan menggunakan menggunakan berbagai sumber karbon. Melalui penelitian ini, diperoleh strain-strain khamir lokal dengan karakteristik produksi etanol tinggi yang berpotensi dimanfaatkan dalam dunia industri.

Kata kunci: khamir, nira, etanol, toleransi, produktivitas

PENDAHULUAN

Khamir merupakan mikroorganisme yang banyak digunakan oleh manusia dalam kehidupannya sehari-hari. Pemanfaatan ini didasarkan atas kemampuan khamir mengkonversi gula menjadi alkohol (khususnya etanol) dan karbon dioksida dalam proses fermentasi. Etanol mempunyai banyak kegunaan dalam kehidupan manusia, antara lain sebagai bahan bakar, pelarut organik dan desinfektan. Pemanfaatan etanol sebagai alternatif bahan bakar minyak menjadi prospek yang bagus karena persediaan minyak dunia yang semakin menipis.

Kemampuan khamir dalam proses fermentasi etanol dapat dipandang dari berbagai karakteristik penting, antara lain kecepatan fermentasi, kemampuan beradaptasi terhadap ketersediaan substrat, osmotoleransi, toleransi terhadap etanol, produktivitas etanol dan penggandaan sel yang cepat (Yu, 1990). Toleransi khamir terhadap etanol merupakan salah satu faktor yang berperan penting dalam produksi etanol. Etanol bersifat toksik dan bila terdapat dalam konsentrasi yang tinggi maka akan menghambat pertumbuhan, proses fermentasi dan bahkan dapat menyebabkan kematian sel khamir. Setiap strain khamir mempunyai kemampuan toleransi etanol yang berbeda-beda. Perbedaan ini dapat timbul dari perbedaan genetik dan faktor-faktor lingkungan, seperti suhu, nutrisi, tekanan osmotik, dan konsentrasi substrat (Casey *et al.*, 1986). Secara umum, khamir dapat tumbuh dalam konsentrasi etanol 8-12% dan mampu beradaptasi sampai konsentrasi etanol 15-17% (Lucero *et al.*, 2000). Kemampuan produksi etanol masing-masing strain khamir juga berbeda-beda. Selain disebabkan oleh keanekaragaman genetik, perbedaan kemampuan produksi etanol juga disebabkan oleh proses adaptasi alamiah strain khamir tersebut terhadap lingkungannya (Kassen dan Rainey, 2004). Versavaud *et al.* (1995) menemukan bahwa strain-strain yang diambil dari titik lokasi yang berbeda akan menunjukkan perbedaan genetik dan karakteristik fermentasi. Tipe-tipe genotip dan karakteristik yang berbeda disebabkan oleh perbedaan relung ekologi. Lokasi geografis, tipe tanah, kelembapan dan suhu mempengaruhi struktur populasi organisme.

Keanekaragaman kondisi ekologis Indonesia menyimpan potensi besar sebagai penyedia strain-strain khamir unggul. Di alam, khamir dapat ditemukan pada berbagai ekosistem. Salah satu ekosistem penyedia khamir yang relatif belum terjamah di Indonesia ialah air nira. Air nira diperoleh dengan cara menyadap tangkai karangan bunga (inflorescence) yang masih kuncup. Air nira dapat berasal dari berbagai tumbuhan, seperti kelapa, aren dan lontar. Air nira mengandung kandungan gula tinggi yang berperan sebagai substrat khamir. Khamir yang terdapat dalam air nira dapat saja mempunyai karakteristik fermentatif unggul yang berpotensi untuk digunakan dalam industri produksi etanol.

Berdasarkan kebutuhan etanol dan peran penting khamir sebagai penghasil etanol, maka penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi, mengisolasi dan menyeleksi strain-strain khamir lokal yang menunjukkan karakteristik fermentasi unggul, seperti toleransi terhadap etanol, kemampuan penggunaan berbagai sumber karbon dan produktivitas etanol yang tinggi.

BAHAN DAN METODE

Pengambilan Sampel

Sampel diambil dari tiga (3) spesies *Palmae*, yaitu kelapa, aren dan lontar. Sampel diambil dua kali, pada pagi hari (07.00 – 09.00) dan sore hari (15.00 – 17.00). Sebanyak 0.2-20 ml nira segar diambil secara aseptik dan disimpan dalam suhu 4°C sampai proses selanjutnya. Lokasi pengambilan yaitu di :

- Nira kelapa: Kecamatan Tuntang, Pabelan, Suruh (Kabupaten Semarang) dan Kecamatan Wonosegoro (Kabupaten Boyolali) sebanyak 48 sampel.
- Nira aren: Desa Karangnongko (Kecamatan Tuntang), Desa Wonosari, Karang Bawang, dan Kemambang (Kecamatan Banyubiru), Desa Lanjan, Jambe, Trayu, Candi Garon, Mitir, Ngoho dan Kebun Agung (Kecamatan Sumowono) di Kabupaten Semarang sebanyak 45 sampel.
- Nira lontar: Kabupaten Pati, Lasem, Tuban, Gresik, Paciran dan Kupang sebanyak 31 sampel.

Isolasi dan Seleksi

Khamir diisolasi menggunakan media YPD (1% *Bacto yeast extract*, 2% *Bacto pepton*, 2% glukosa, pH 5) cair yang mengandung etanol 5%. Sebanyak 0.2 ml nira diinokulasikan dan diinkubasi selama 24-48 jam pada suhu 30°C. Isolat dipisahkan dan dimurnikan menggunakan medium agar YPD dengan prosedur mikrobiologi standar. Pengamatan morfologi koloni dan sel dilakukan terhadap isolat murni.

Toleransi Etanol

Isolat ditumbuhkan secara aseptis pada 2 ml medium YPD cair mengandung etanol dengan konsentrasi 10; 12.5; 13.5; 14; 14.25; 14.5; 14.75 dan 15% selama 24-48 jam pada suhu 30°C.

Kemampuan Fermentasi

Isolat ditumbuhkan secara aseptis pada medium YPD cair yang mengandung etanol 5% dan indikator BCP (*Bromocresol Purple*) 1.6% selama 24-72 jam pada suhu 30°C. Kemampuan fermentasi ditandai dengan perubahan warna menjadi kuning dalam waktu \leq 24 jam.

Utilisasi Karbon

Isolat ditumbuhkan secara aseptis pada medium YPD cair yang mengandung 2% sumber karbon yang berbeda-beda, yaitu xilosa, fruktosa, glukosa, maltosa, dan sukrosa. Kultur ditumbuhkan secara sistem *batch* pada kecepatan 130 rpm pada suhu ruang sampai mencapai fase stasioner (18-48 jam). Sampel kultur diambil secara periodik tiap 3-5 jam dan diukur kandungan gulanya dengan metode DNSA (dijelaskan selanjutnya) dan biomassa sel menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 660 nm.

Produktivitas Etanol

Isolat ditumbuhkan secara aseptis pada medium YPD cair dengan sumber karbon glukosa 20% secara anaerob fakultatif. Inkubasi dilakukan selama 12-15 hari pada kecepatan 130 rpm di suhu ruang. Pengamatan konsentrasi etanol, biomassa dan glukosa dilakukan 3 hari sekali.

Pengukuran Kadar Glukosa Total

Pengukuran kadar glukosa dilakukan sesuai James (1995). Secara ringkas, pengukuran kadar glukosa dilakukan sebagai berikut: Sebanyak 0.5 ml supernatant dari sampel ditambahkan 1 ml air dan 0.5 ml reagen DNS (1% asam 3,5-dinitrosalisilat, 30% natrium kalium tartrat, 0.4 M NaOH) lalu dipanaskan dalam suhu 100°C selama 5 menit dalam tabung tertutup untuk menghindari penguapan. Reagen DNS akan bereaksi spesifik terhadap glukosa dan membentuk asam 3-amino-5-nitrosalisilat yang berwarna merah kecoklatan. Sampel lalu ditambahkan air sampai 10 ml dan diukur adsorbansinya pada panjang gelombang 540 nm. Konsentrasi glukosa diukur dengan membuat kurva standar glukosa.

Pengukuran Kadar Etanol

Kadar etanol diukur berdasarkan jumlah NADH yang terbentuk dari hasil oksidasi etanol menjadi asetaldehid oleh enzim ADH (alcohol dehydrogenase) dalam suatu reaksi yang membutuhkan NAD. Jumlah NADH yang terbentuk setara dengan banyaknya etanol ini kemudian diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 340 nm. Prosedur kerja yang dilakukan adalah sebagai berikut:

4.8 ml buffer (0.1 M $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, 0.02 M glisin, pH 8.7) ditambah dengan 0.1 ml sampel, 0.1 ml NAD, dan ADH 0.02 ml lalu diinkubasi pada suhu 25°C selama 70 menit. Setelah inkubasi, adsorbansi diukur pada panjang gelombang 340 nm dengan blanko H_2O .

Konsentrasi etanol dihitung dengan menggunakan rumus (Boehringer, 1989):

$$\text{Konsentrasi etanol (g/l)} = \frac{V \times M_w}{\epsilon \times d \times v \times 1000} \times 340 (\text{sampel} - \text{blanko}) \times f_p$$

Keterangan:

V : volume total akhir (ml)
 v : volume sampel (ml)
 MW : berat molekul etanol (g/l)
 d : diameter kuvet
 : koefisien serapan NADH pada 340 nm ($6,31 \text{ mol}^{-1}\text{cm}^{-1}$)
 fp : faktor pengenceran

Analisis Data

Data dianalisis menggunakan ANOVA Satu arah yang dilanjutkan dengan uji Tukey. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan program SPSS versi 12.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nira kelapa

Pengambilan nira kelapa dilakukan secara acak pada penyadap nira kelapa di 48 titik lokasi yang tersebar di desa Gedangan, Ujung-Ujung, Krandon lor, Suruh, Plumbon, Medayu, Bonomerto (Kabupaten Semarang) dan Desa Garangan, Bandung, Gosono, dan Wonosegoro (Kabupaten Boyolali). Hasil isolasi khamir dari sampel-sampel tersebut menghasilkan total 48 isolat dengan perincian dan kode nomor sebagai berikut: 10 isolat dari Desa Gedangan (no. 1-10), 8 isolat dari Ujung-Ujung (no.11-18), 5 isolat dari Krandon lor (no.19-23), 4 isolat dari Suruh (no.24-27), 2 isolat dari Plumbon (no.28-29), 4 isolat dari Medayu (no.30-33), 2 isolat dari Bonomerto (no.34-35), 2 isolat dari Gosono (no.36-37), 4 isolat dari Bandung (no.38-41), 2 isolat dari Bedoyo (no.42-43), 2 isolat dari Wonosegoro (no.44-45), dan 3 isolat dari Garangan (no. 46-48).

Uji toleransi terhadap etanol menunjukkan bahwa isolat dari Gedangan dan Ujung-Ujung, yaitu no. 1, 5, dan 11, mempunyai toleransi tertinggi, yaitu mampu hidup pada konsentrasi etanol 14.75% (Tabel 1). Berdasarkan kecepatan fermentasi, sebanyak 9 isolat mampu melakukan fermentasi dalam waktu ≤ 24 jam dan menyebabkan perubahan warna BCP menjadi kuning. Isolat-isolat tersebut yaitu no. 1-2, 4-5, 11, 19, 26, 42, dan 45. Di antara 9 kultur tersebut, no. 42 mempunyai performa fermentasi terbaik, ditandai dengan warna kuning yang lebih pekat dibandingkan isolat-isolat lain.

Berdasarkan hasil uji toleransi etanol dan kecepatan fermentasi, isolat no. 1, 5, dan 42 dipilih untuk eksperimen selanjutnya. Berdasarkan pengamatan, semua isolat menunjukkan morfologi koloni berwarna putih dengan tepi rata dengan bentuk sel sub globuse. Panjang sel isolat no. 1, 5 dan 42 berturut-turut yaitu 5-7.5, 5-6.25 dan 3.75-5 μm .

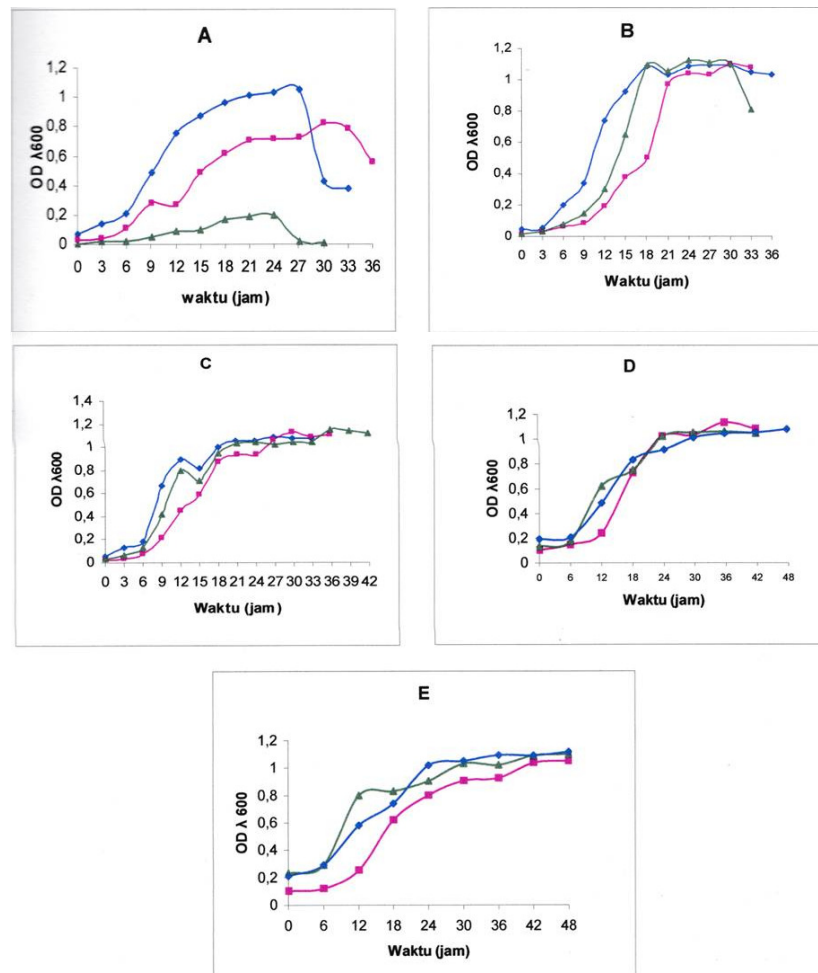
Tabel 1. Toleransi etanol isolat khamir nira kelapa

Asal isolat	Konsentrasi etanol (%)								
	5	10	12.5	13.5	13.75	14	14.25	14.5	14.75
Gedangan	10	6	5	5	3	2	2	2	2

Ujung-Ujung	8	3	2	2	2	1	1	1	1
Krandon Lor	5	2	1						
Suruh	4								
Plumbon	2								
Medayu	4								
Bonomerto	2	1							
Garangan	3	2							
Bandung	4	1							
Gosono	4	2	1						
Wonosegoro	2								

Ketiga kultur tersebut menunjukkan respon berbeda dalam adaptasi berbagai sumber karbon (Gambar 1). Isolat no.1 menunjukkan adaptasi terbaik terhadap glukosa, sedangkan isolat lainnya pada fruktosa. Berdasarkan peningkatan biomassa, fruktosa dan glukosa merupakan sumber karbon yang mendukung perkembangbiakan sel. Xilosa merupakan karbon yang paling sulit diutilisasi oleh khamir. Isolat no. 5 tidak dapat tumbuh, sedangkan isolat no. 1 dan 42 menunjukkan kecepatan tumbuh yang lambat. Dengan demikian, glukosa dipilih sebagai sumber karbon dalam uji produktivitas etanol.

Parameter yang diamati pada uji produktivitas etanol yaitu kadar etanol, penggunaan glukosa dan peningkatan biomassa. *Saccharomyces cerevisiae* digunakan sebagai control dalam eksperimen tersebut. Gambar 2 menunjukkan bahwa hampir semua (99%) dari total glukosa dapat dimanfaatkan oleh semua isolat khamir. *Saccharomyces cerevisiae* mampu menggunakan glukosa secara cepat, ditandai dengan penurunan sebanyak 165.6 g/l (82.8%) sampai hari ketiga. Pada hari ketiga, isolat no. 1, 5, dan 42 menggunakan glukosa berturut-turut sebanyak 37.57%, 50.15%, dan 62.79% dari konsentrasi glukosa awal.



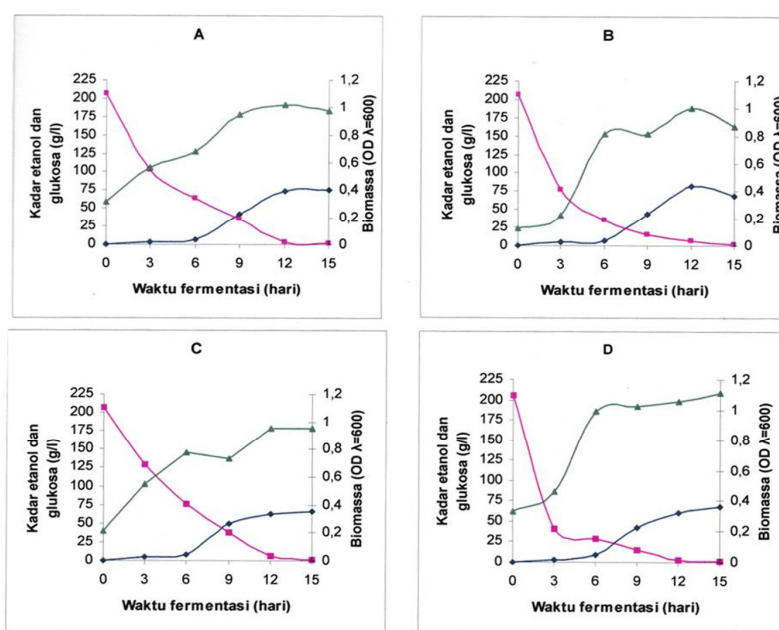
Gambar 1. Adaptasi isolat khamir no 1 (), 5 (♦), dan 42 () pada medium yang mengandung sumber karbon xilosa (A), glukosa (B), fruktosa (C), maltosa (D), dan sukrosa (E).

Dari segi pertumbuhan sel, isolat no.42 menunjukkan fase pertumbuhan yang relative lebih cepat dibanding isolat lain. Sebagai akibatnya, fase kematian isolat ini lebih cepat terdeteksi dibanding isolat lain, yaitu pada hari ke 12. Isolat no. 1 dan 5 serta *Saccharomyces cerevisiae* memasuki fase stationer mulai hari ke 6-12, namun mampu bertahan sampai pada akhir eksperimen.

Produksi etanol baru tampak jelas setelah hari ke-6 untuk semua isolat. Kadar etanol tertinggi dihasilkan oleh isolat no.42 pada hari ke-12, yaitu sebesar 82 g/l. Namun demikian, kadar etanol ini menurun pada hari ke 15, sehingga hampir sama dengan kadar etanol isolat lain, yaitu 75.3 g/l (isolat no.5), 66.8 g/l (isolat no.1) dan 68.3 g/l (*Saccharomyces cerevisiae*). Tingginya kadar etanol yang dihasilkan suatu isolat bukanlah jaminan bahwa isolat tersebut unggul, karena tingkat konversi glukosa ke etanol

(produktivitas etanol) juga harus diperhitungkan. Berdasarkan tingkat konversi substrat, maka isolat no. 1 adalah yang terunggul.

Hasil eksperimen di atas menunjukkan bahwa di antara 48 isolat yang berhasil diisolasi dari sampel nira kelapa, isolat no. 42 unggul dalam hal adaptasi terhadap sumber karbon dan mampu memproduksi etanol dalam jumlah besar. Namun dari segi efektivitas produksi etanol, maka isolat no. 1 mempunyai produktivitas etanol yang paling tinggi.



Gambar 2. Produksi etanol (g/l) (▲) kadar glukosa total (g/l) (■) dan biomassa (OD_{600}) (●) oleh isolat no. 5 (A), 42 (B), 1 (C) dan *Saccharomyces cerevisiae* (D).

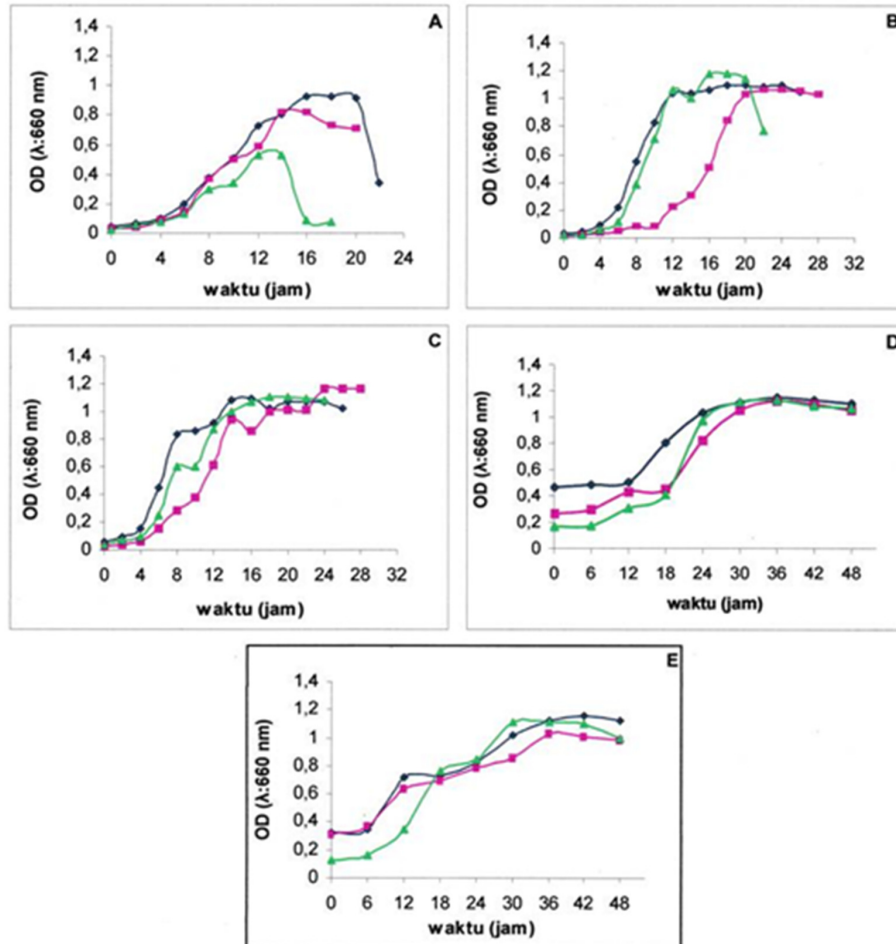
Nira aren

Sampel nira aren diambil dari titik-titik lokasi yang tersebar di 11 desa di Kabupaten Semarang. Sebanyak 45 isolat berhasil dimurnikan dari sampel nira tersebut yaitu sebagai berikut: 4 isolat dari Desa Karangnongko (Kecamatan Tuntang) (no.49-52), 3 isolat dari Desa Wonosari (no.53-55), 3 isolat dari Desa Tegarom (no.56-58), dan 9 isolat dari Desa Kemambang (Kecamatan Banyubiru) (no.59-67), 4 isolat dari Desa Lanjan (no.68-71), 3 isolat dari Desa Jambe (no.72-74), 3 isolat dari Desa Candi Garon (no.75-77), 4 isolat dari Desa Mitir (no.78-81), 3 isolat dari Desa Ngoho (no.82-84), 4 isolat dari Desa Trayu (no.85-88), dan 5 isolat dari Desa Kebun Agung (Kecamatan Sumowono) (no.89-93). Dari total 45 isolat, 8 isolat yang berasal dari Desa Karangnongko, Kemambang, Kebun Agung dan Lanjan mampu tumbuh pada medium yang mengandung konsentrasi etanol 14.75% (Tabel 2).

Tabel 2. Toleransi etanol isolat khamir nira aren

Asal isolat	Konsentrasi etanol (%)								
	5	10	12.5	13.5	13.75	14	14.25	14.5	14.75
Karangnongko	4	3	3	3	3	3	3	3	3
Kemambang	9	4	3	3	3	3	2	2	2
Tegaron	4	2	1	1					
Wonosari	3	1	1	1					
Kebun Agung	5	3	1	1	1	1	1	1	1
Mitir	4	4	1	1	1	1	1		
Trayu	4	3	1	1					
Candi Garon	3	2	2	2					
Jambe	3	2	2	2	1	1	1		
Lanjan	4	3	3	3	2	2	2	2	2
Ngoho	2								

Selanjutnya dilakukan uji kecepatan fermentasi dengan menggunakan indikator BCP. Jumlah isolat khamir yang mampu melakukan fermentasi dalam waktu ≤ 24 jam, 24-48, dan ≥ 48 jam yaitu berturut-turut sebanyak 13, 2, dan 27 isolat. Sebanyak 3 isolat (7%) tidak dapat melakukan fermentasi. Berdasarkan hasil seleksi toleransi terhadap etanol dan kecepatan fermentasi, maka dipilih 3 isolat terbaik untuk eksperimen selanjutnya yaitu isolat no.50 (toleran terhadap 14.75% etanol dan mampu memfermentasi ≤ 24 jam), no.55 (toleran terhadap 13.75% etanol dan mampu memfermentasi ≤ 24 jam) dan no.93 (toleran terhadap 14.75% etanol dan mampu memfermentasi ≤ 24 jam). Berdasarkan morfologi koloni dan sel, koloni isolat no. 50, 55 dan 93 mempunyai penampakan putih dengan tepi halus dan mempunyai sel berbentuk sub globuse dengan ukuran sebagai berikut : no.50 (2-4 x 5-10 μm), no. 55 (2-4 x 4-9 μm), dan no. 93 (2-8 x 7-10 μm).



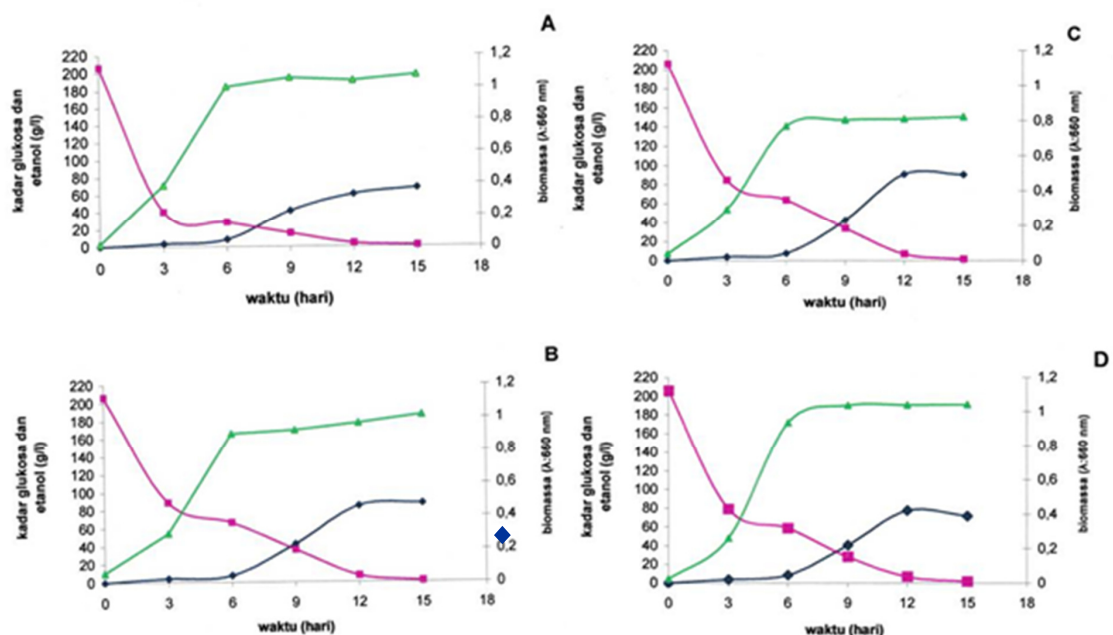
Gambar 3. Adaptasi isolat khamir no 50 (▲), 55 (■), dan 93 (◆) pada medium yang mengandung sumber karbon xilosa (A), glukosa (B), fruktosa (C), maltosa (D), dan sukrosa (E).

Ketiga isolat tersebut ditumbuhkan pada medium YPD yang mengandung sumber karbon berbeda-beda seperti pada isolat nira kelapa untuk mengetahui sumber karbon yang cocok dalam produksi etanol. Gambar 3 menunjukkan bahwa masing-masing isolat memberikan respon berbeda terhadap variasi sumber karbon. Sama halnya dengan isolat yang diperoleh dari nira kelapa, isolat dari nira aren mampu beradaptasi dan menunjukkan pertumbuhan sel secara cepat pada medium yang mengandung glukosa dan fruktosa. Nilai pertumbuhan eksponensial (μ) untuk medium xilosa, glukosa, fruktosa, maltosa, dan sukrosa ditampilkan di Tabel 3. Berdasarkan lama fase adaptasi dan sudut kemiringan kurva, isolat khamir dari nira aren memberikan respon pertumbuhan yang baik pada sumber karbon glukosa, fruktosa dan xilosa, sedangkan pada disakarida maltosa dan sukrosa responnya lebih lambat dibanding respon di sumber karbon monosakarida sederhana.

Tabel 3. Pertumbuhan eksponensial isolat dari nira aren di berbagai sumber karbon

Karbon	No.isolat		
	50	55	93
Xilosa	0.225	0.305	0.214
Glukosa	0.366	0.209	0.251
Fruktosa	0.439	0.226	0.416
Maltosa	0.084	0.071	0.060
Sukrosa	0.131	0.091	0.122

Selanjutnya, ketiga isolat khamir tersebut diuji produktivitas etanolnya pada sumber karbon glukosa (Gambar 4). Seperti sebelumnya, *Saccharomyces cerevisiae* digunakan sebagai kontrol. Seperti halnya isolat nira kelapa, produksi etanol baru mulai meningkat setelah hari ke-6, sedangkan biomassa cenderung stationer. Pada akhir eksperimen (hari ke-15), kadar etanol untuk *Saccharomyces cerevisiae*, isolat no. 50, 55, dan 93 berturut-turut adalah 68.3, 87.35, 90.3, dan 71.4 g/l. Hampir semua substrat digunakan oleh tiap isolat ($\geq 99\%$). Menurut uji statistika, produksi etanol ketiga isolat khamir berbeda nyata dari *Saccharomyces cerevisiae*. Dengan demikian, isolat khamir lokal dari nira aren menunjukkan potensi produksi etanol yang lebih tinggi dibanding strain khamir tradisional yang telah banyak dikenal dan dimanfaatkan manusia.



Nira lontar

Nira lontar diambil dari beberapa daerah di Jawa dan Nusa Tenggara Timur. Total isolat yang diperoleh dari nira lontar yaitu 31 isolat, dengan rincian sebagai berikut: 5 isolat dari NTT (no.94-98), 4 isolat dari Lasem (no.99-102), 4 isolat dari Pati (no.103-106), 5

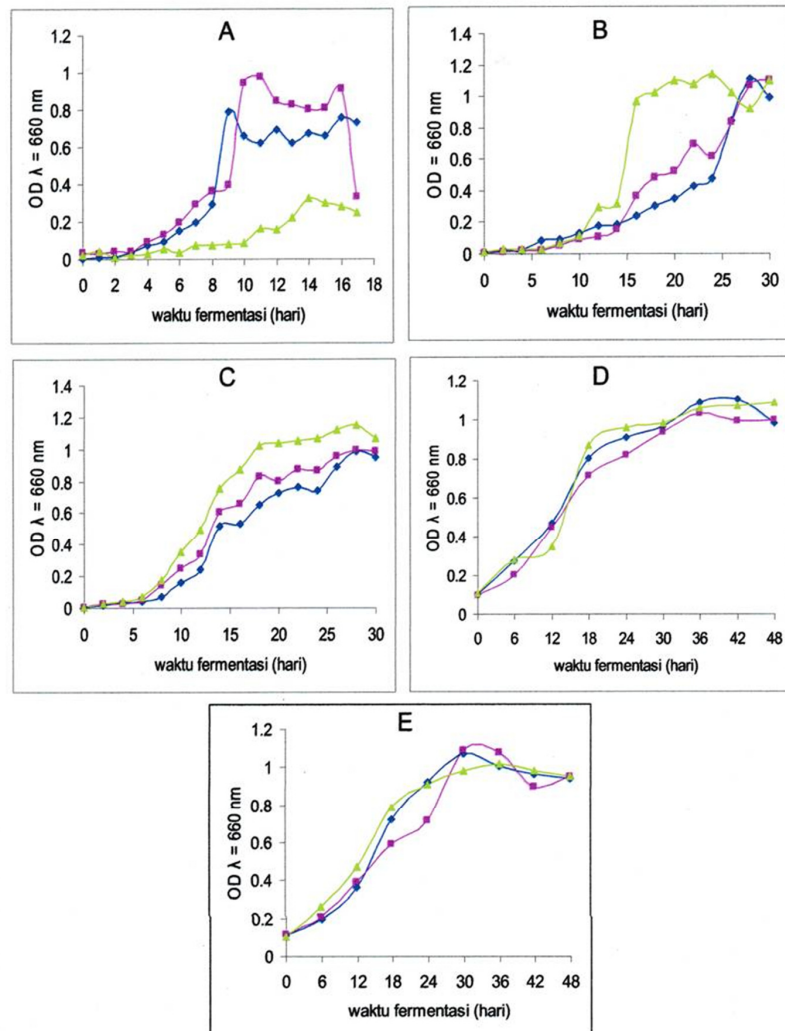
isolat dari Pacitan (no.107-111), 6 isolat dari Gresik (no.112-117), dan 7 isolat dari Tuban (no.118-124)

Tabel 4. Toleransi etanol isolat khamir nira lontar

Asal isolat	Konsentrasi etanol (%)								
	5	10	12.5	13.5	13.75	14	14.25	14.5	14.75
Gresik	6	5	5	5	4	4	3	2	2
Kupang	5	5	3	1	1	1	1	1	1
Lasem	4	4	2	2	1	1	1		
Paciran	5	2	2	2	2	2	2	2	1
Pati	4	4	4	4	4	3	3	3	3
Tuban	7	4	3	3	3	2	2	2	2

Uji toleransi etanol memberikan hasil bahwa isolat khamir dari nira lontar relative lebih toleran etanol dibandingkan isolat khamir dari nira kelapa dan aren (Tabel 4). Sebanyak 9 isolat khamir dari nira lontar mampu tumbuh pada konsentrasi etanol 14.75%. Uji kemampuan dan kecepatan fermentasi juga memberikan hasil yang bagus, yaitu 30 dari total 31 isolat mampu melakukan fermentasi, dengan sebaran sebagai berikut: 21 isolat (68%) mampu melakukan fermentasi dalam waktu ≤ 24 jam, 6 isolat (19%) mampu melakukan fermentasi dalam waktu 24-48 jam, dan 3 isolat (10%) melakukan fermentasi ≥ 48 jam.

Oleh karena jumlah isolat potensial yang besar, untuk eksperimen selanjutnya, dilakukan seleksi isolat dengan cara menumbuhkan khamir yang dormant (setelah inkubasi pada medium mengandung 15% etanol) pada medium normal (mengandung etanol 5%). Isolat yang mampu tumbuh kembali setelah inkubasi pada etanol 15% adalah isolat no. 96, 104, 105, 107, dan 119. Dari lima isolat tersebut, isolat no. 96, 104 dan 119 yang menunjukkan performa terbaik dipilih untuk uji selanjutnya. Dari segi morfologi, isolat khamir dari nira lontar mempunyai karakteristik sama dengan isolat dari nira kelapa dan aren. Koloni berwarna putih-krem dengan tepian rata, dan sel sub globuse dengan ukuran $3-5 \times 2-4 \mu\text{m}$.



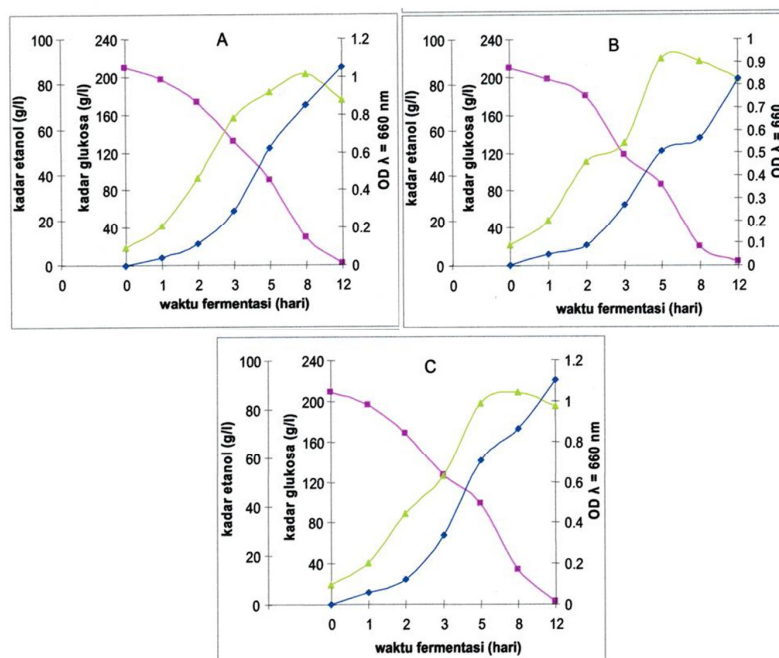
Gambar 5. Adaptasi isolat khamir no. 119 (◆), 104 (■), dan 96 (▲) pada medium yang mengandung sumber karbon xilosa (A), glukosa (B), fruktosa (C), maltosa (D), dan sukrosa (E).

Ketiga isolat terpilih lalu diuji kemampuannya menggunakan berbagai sumber karbon (Gambar 5). Semua isolat mampu tumbuh dengan baik pada medium dengan sumber karbon fruktosa, sukrosa, dan maltosa, walaupun inokulum yang digunakan pada medium maltosa dan sukrosa berjumlah dua kali dibanding medium lain. Untuk medium glukosa, fase adaptasi isolat cukup lama dan fase eksponensial nampaknya baru dimulai setelah jam ke 15. Pertumbuhan isolat no. 96 jauh lebih pesat dibandingkan 2 isolat lain dan mencapai fase stationer lebih cepat, sehingga pada akhir eksperimen (jam ke-30), konsentrasi sel antar isolat hampir sama. Untuk medium dengan xilosa, isolat no. 96 nampak kurang mampu memetabolisme xilosa dan mengalami kesulitan tumbuh, sehingga OD₆₆₀

tertinggi <0.4. Fase stationer dan kematian sel pada medium xilosa ini juga tercapai lebih cepat oleh semua isolat dibandingkan sumber karbon lain. Pada medium mengandung glukosa, isolat no. 96 mampu tumbuh dengan cepat melebihi 2 isolat lainnya.

Produktivitas etanol ketiga isolat tersebut ditampilkan di Gambar 6. Berbeda dengan isolat dari nira aren dan kelapa, kadar etanol meningkat sejak hari pertama dan tidak ada kesan bahwa etanol diproduksi setelah biomassa. Akumulasi etanol isolat no. 96, 104 dan 119 pada hari ke-12 berturut-turut adalah 91.75 g/l, 82.21 g/l dan 87.79 g/l. Hasil ini jauh lebih tinggi dibanding *yield* *Saccharomyces cerevisiae* yaitu sebesar 76.62 g/l. Konsumsi glukosa sama seperti eksperimen menggunakan isolat lainnya, di mana $\geq 99\%$ glukosa habis dikonsumsi pada akhir eksperimen. Dari segi biomassa, semua isolat mengalami kenaikan biomassa yang tajam sejak hari pertama dan mencapai fase stationer dan kematian rata-rata pada hari ke-8. Kematian sel tersebut diduga disebabkan oleh habisnya glukosa dan tingginya kadar etanol yang diproduksi sel.

Dengan demikian, eksplorasi khamir dari nira lontar menghasilkan strain-strain local dengan toleransi etanol tinggi, kemampuan fermentasi yang cepat dan produksi etanol yang tinggi. Strain-strain ini menunjukkan potensi untuk digunakan dalam industry dan diharapkan menjadi alternative strain tradisional seperti *Saccharomyces cerevisiae*.



Gambar 6. Produksi etanol (g/l) (◆), kadar glukosa total (g/l) (■) dan biomassa (OD₆₆₀) (▲) oleh isolat no. 119 (A), 104 (B), dan 96 (C).

KESIMPULAN

1. Total sampel adalah yaitu 124 sampel yang terdiri dari 48 isolat dari nira kelapa, 45 isolat dari nira aren dan 31 isolat dari nira lontar.
2. Morfologi sel dari semua isolat sama yaitu koloni putih-krem dengan tepian rata dan bentuk sel sub-globuse.
3. Dipilih tiga isolat dari masing-masing nira kelapa, aren dan lontar untuk uji produktivitas etanol berdasarkan toleransi terhadap etanol, kecepatan fermentasi dan fleksibilitas sumber karbon.
4. Varietas khamir lokal menunjukkan karakteristik fermentasi yang bagus, berdasarkan ketahanan terhadap etanol, kecepatan fermentasi, penambahan biomassa, penggunaan substrat dan produktivitas etanol.
5. Penelitian ini menunjukkan bahwa Indonesia mempunyai sumber daya khamir lokal yang berpotensi dalam bidang industri etanol dan dapat menjadi alternative strain tradisional *Saccharomyces cerevisiae*.

DAFTAR PUSTAKA

- Casey, G.P. and Ingledew, W.M. 1986. Ethanol Tolerance in Yeasts. Crit Review Microbiology. 13(3):219-280.
- Kassen, R. and Rainey, P.B. 2004. The Ecology and Genetics of Microbial Diversity. Annual Reviews. Annu.Rev.Microbial. 58: 207-231.
- James, C.S. 1995. Analytical Chemistry of Food. Blackie Academic and Professional. London.
- Lucero, P., Penalver, E., Moreno, E., and Lagunas, R. 2000. Internal trehalose Protects Endocytosis from Inhibition by Ethanol in *Saccharomyces cerevisiae*. Applied and Environmental Microbiology. 66(10): 4456-4461.
- Versavaud, A., Courcoux, P., Rolland, C., Dulau, L., and Hallet, J.N. 1995. Genetic Diversity and Geographical Distribution of Wild *Saccharomyces cerevisiae* Strain from The Wine-Producing Area of Charentes, France. American Society of Microbiology. 61(10).
- Yu, P.L. 1990. Fermentation Technology: Industrial Application. Elsevier Applied Science. London.

T2 - PI

TEKNOLOGI UNTUK PEMBERDAYAAN INDUSTRI PANGAN

JUDUL/PENULIS	KODE
Kinetika Perubahan Mutu RBDPO (Refined Bleached Deodorized Palm Oil) Selama Masa Penyimpanan <i>Dr. Umi Rosidah</i>	T2-PI 02
Kajian Mutu In Vivo dan Preferensi Masyarakat terhadap Minuman Probiotik dari Susu Kambing <i>Dr. Maria Erna Kustyawati</i>	T2-PI 05
Preservasi Teri Nasi dengan Trehalosa <i>Dhanang Puspita</i>	T2-PI 06

T2-PI 02

KINETIKA PERUBAHAN MUTU RBDPO (*REFINED BLEACHED DEODORIZED PALM OIL*) SELAMA MASA PENYIMPANAN*Kinetics of Quality Changes in Rbdpo (Refined Bleached Deodorized Palm Oil) during Storage*Umi Rosidah^a, Kiki Yuliat^a, Devita Ayu^a^aPS Teknologi Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya
Indralaya,

Ogan Ilir, Sumatera Selatan, Telp. (0711) 580664 Fax. (0711) 480279

Email: umi_slamet@yahoo.com

ABSTRACT

The objective of this research was to analyze the kinetics of quality changes in RBDPO during storage. This research used Factorial Completely Randomized Design (FCRD) and the quality changes were calculated using kinetics methods. The kinetics model used one treatment with 2 factors, there were close bottle (no air/A1) and open bottle (A2). Factorial Completely Randomized Design used 2 treatment with 3 factors in triplicate. They were the influence of air (close bottle and open bottle) and storage time (0 day, 5 day, 10 day, 15 day, 20 day, 25 day and 30 day). Quality was expressed by some observed parameters, i.e. FFA, peroxide value, colour and carotenoid. Kinetics studies on that changes show that the quality was changed following the zeroth order kinetics mode. The rate constant of quality changes for FFA were 0.0015% for A1 and 0.0018% for A2, meanwhile for peroxide value were 0.2118 Meq/Kg for A1 and 0.342 Meq/Kg for A2. The influence of air package and storage time affected the quality of RBDPO. The best treatment based on Standar Nasional Indonesia (SNI) was found in the treatment of A1B0 (close bottle (no air) with 0 day storage time). The characteristics of the best treatment were FFA 0.04733%, peroxide value 0.6400Meq/Kg and colour (Lovibond) 2.03R : 20.03Y.

Keyword : RBDPO, Kinetics, CPO, Refinery, Quality

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kinetika perubahan mutu RBDPO (*Refined Bleached Deodorized Palm Oil*) selama masa penyimpanan. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode kinetika dan menggunakan rancangan acak lengkap faktorial (RALF). Metode kinetika menggunakan satu faktor perlakuan yang terdiri dari dua taraf perlakuan, yaitu botol yang tertutup (A1) dan botol terbuka (A2). Metode desain acak lengkap dilakukan dengan menggunakan dua faktor perlakuan dan setiap perlakuan diulang tiga kali. Faktor perlakuan adalah keadaan (botol tertutup dan botol terbuka) dan lama penyimpanan (0 hari, 5 hari, 10 hari, 15 hari, 20 hari, 25 hari dan 30 hari). Parameter pengukuran adalah kadar asam lemak bebas, bilangan peroksida, intensitas warna dan total karoten. Kinetika perubahan mutu untuk asam lemak bebas dan peroksida mengikuti orde kinetik nol. Laju perubahan asam lemak bebas untuk botol tertutup (A1) sebesar 0,0015%/hari dan botol terbuka (A2) sebesar 0,0018%/hari sedangkan laju perubahan peroksida untuk botol tertutup (A1) sebesar 0,2118 Meq/Kg dan botol terbuka (A2) sebesar 0,342 Meq/Kg. Parameter tambahan hasil menunjukkan bahwa perlakuan pengaruh udara dan lama penyimpanan memiliki dampak yang signifikan terhadap asam lemak bebas, angka peroksida, intensitas warna dan total karoten RBDPO. Perlakuan terbaik sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) ditunjukkan oleh A1B0 (botol tertutup dan lama penyimpanan 0 hari) dengan karakteristik asam lemak bebas 0,04733%, bilangan peroksida 0,6400Meq/Kg dan warna (Lovibond) 2,03R : 20,03Y.

Kata Kunci : RBDPO, Kinetika, CPO, Refinery, Mutu

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sumber minyak nabati utama di Indonesia berasal dari minyak kelapa sawit atau CPO (*Crude Palm Oil*). CPO adalah minyak kelapa sawit yang diperoleh dari hasil ekstraksi tandan buah segar (TBS). CPO selanjutnya akan mengalami proses pengolahan lebih lanjut menjadi bahan baku minyak goreng (Djajeng dan Yuliani, 2005).

Pengolahan CPO dibagi menjadi dua tahapan, yaitu proses pemurnian (*refinery*) dan proses pemisahan (*fractionation*). Tahap *refinery* dibagi menjadi tiga tahapan yaitu penghilangan gum (*degumming*), pemucatan (*bleaching*) dan penghilangan bau (*deodorization*). Hasil akhir dari proses *refining* disebut RBDPO (*Refined Bleached Deodorized Palm Oil*). (Satiawihardja *et al.*, 2000).

Mutu RBDPO dianalisis sebelum dilanjutkan ke proses pengolahan berikutnya yaitu tahap pemisahan (*fractionation*). Proses RBD (*Refined Bleached and Deodorized*) pada minyak kelapa sawit dapat mengurangi kandungan antioksidan alami (betakaroten) pada minyak kelapa sawit sehingga akan menghasilkan minyak goreng yang jernih dan tidak berbau. Rendahnya kadar antioksidan pada CPO mengakibatkan minyak kelapa sawit rentan terhadap oksidasi (Hui, 1996).

Mutu RBDPO akan menurun sejalan dengan lamanya penyimpanan. Penyimpanan RBDPO selanjutnya akan membentuk asam lemak bebas yang bereaksi dengan oksigen membentuk peroksida yang dapat menimbulkan bau tengik pada minyak.

Ketengikan pada minyak dapat dibagi menjadi dua berdasarkan penyebabnya yaitu ketengikan hidrolisis dan ketengikan oksidatif (Coultate, 2002). Ketengikan hidrolisis disebabkan lepasnya komponen asam lemak bebas akibat proses liposis. Liposis adalah proses hidrolisis ikatan ester pada lemak (triasilgliserol) sehingga menghasilkan asam lemak bebas dan gliserol. Terbentuknya asam lemak dengan 6-10 rantai hidrokarbon dapat menunjukkan kerusakan pada minyak (Rahman, 2007). Ketengikan oksidatif terjadi karena proses oksidasi lemak oleh udara baik yang berasal dari dalam minyak ataupun yang berada di atas permukaan minyak (Furia, 1983).

Zat warna dalam minyak kelapa sawit terdiri atas dua golongan yaitu zat warna alami dan zat warna yang dihasilkan dari degradasi zat warna alami. Hasil degradasi zat warna alami akan menghasilkan warna hitam, warna coklat dan warna kuning pada minyak (Ketaren, 1986). Warna pada RBDPO merupakan sesuatu yang tidak disukai konsumen. Warna dapat menyebabkan bilangan DOBI menjadi rendah. Semakin bening minyak yang dihasilkan maka kandungan pigmennya (antioksidan alami) akan semakin rendah dan kemungkinan teroksidasi akan semakin tinggi. Umumnya RBDPO tidak langsung diolah menjadi produk lebih lanjut. Pabrik pengolahan harus menyimpan RBDPO dalam jangka waktu yang bervariasi tergantung pada tingkat persediaan dan tingkat permintaan.

1.2. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kinetika perubahan mutu RBDPO (*Refined Bleached Deodorized Palm Oil*) akibat pengaruh udara selama masa penyimpanan.

1.3. Hipotesa

Udara dan masa penyimpanan diduga berpengaruh nyata terhadap kinetika perubahan mutu RBDPO (*Refined Bleached Deodorized Palm Oil*).

II. BAHAN DAN METODE

2.1. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah RBDPO (*Refined Bleached Deodorized Palm Oil*) dari PT. SAP Sumatera Selatan.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah : 4) *colour reader* merek "Conica tipe CR-10", 7) *hot plate* Merek "Sp131320-33q *Thermolyne*", 8) Neraca analitik merek "Shimadzu", 10) *Lovibond Tintometer* Model F, dan 13) spektrofotometer merk "Genesys 10S UV - Vis".

2.2. Metode

Analisa warna dilakukan dengan menggunakan alat pengukur warna yaitu *Lovibond Tintometer* model F. *Tintometer* adalah alat ukur yang digunakan dalam analisis kolorimetri untuk menentukan jumlah zat dari warna yang dihasilkan dengan reagen tertentu. Kolorimetri merupakan suatu metode analisis kimia yang didasarkan pada tercapainya kesamaan warna antara larutan sampel dan larutan standar, dengan menggunakan sumber cahaya polikromatis dengan detektor mata (Yudis, 2009). Pengukuran warna yang tersedia pada *Tintometer* ini yaitu *Redness* (R), *Yellowness* (Y), *Blueness* (B) dan *Netral* (N). Namun, yang paling sering digunakan untuk mengukur minyak sawit dan turunannya ialah skala *redness* dan *yellowness*. *Lovibond Tintometer* merupakan alat ukur warna pada minyak kelapa sawit yang digunakan pada standar SNI (Standar Nasional Indonesia). Nilai R pada pengukuran dengan *Lovibond Tintometer* menggunakan skala R:Y dengan nilai ratio (1:10). *Yellowness* (Y) pada *Lovibond*.

Model perubahan mutu (ALB dan bilangan Peroksida) RBDPO selama penyimpanan dibuat dengan pendekatan model kinetika reaksi kimia (Labuza, 1980). Konstanta laju perubahan mutu dihitung dengan melihat besaran nilai *k* yang ditunjukkan oleh model perubahan mutu RBDPO tersebut (Saguy, 1983). Penelitian ini juga menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF).

Parameter utama menggunakan metode kinetika dengan memplot A1 dan A2 terhadap lama penyimpanan (t). Kode perlakuan tersebut adalah:

A1 = Botol ditutup (tidak ada udara)

A2 = Botol dibuka (ada udara)

Parameter pendukung menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap Faktorial dengan 2 perlakuan yaitu ada/tidaknya udara (perlakuan A) yang terdiri dari 2 taraf perlakuan dan lama penyimpanan (perlakuan B) yang terdiri atas 7 taraf perlakuan. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Kode perlakuan tersebut adalah :

1. Pengaruh Udara (A)
A1= Botol ditutup (tidak ada udara)
A2= Botol dibuka (ada udara)
2. Lama penyimpanan (B)
B0 = 0 hari B20= 20 hari
B5 = 5 hari B25= 25 hari
B10 = 10 hari B30= 30 hari
B15 = 15 hari

Data yang diperoleh akan dianalisis dengan analisis keragaman (Anova). Perlakuan yang berpengaruh nyata akan dilanjutkan dengan uji BNJ (Gomez dan Gomez, 1995).

Cara Kerja:

1. Sampel RBDPO diperoleh dari PT. Sinar Alam Permai dianalisa mutu (kadar ALB, bilangan Peroksida, Warna (R:Y)) dan karotenoid awal) nya untuk data hari ke -0
2. Dimasukkan sampel RBDPO sebanyak masing-masing 100 ml ke dalam 42 botol selai kaca bening (diameter mulut 7 cm dan tinggi 10 cm) dan diberi tanda sesuai perlakuan.
3. Seluruh sampel disimpan dalam ruangan khusus sampel PT. SAP dengan suhu 29°C
4. Dibiarkan 21 sampel terkontaminasi dengan udara (tutup botol dibuka) dan 21 lainnya ditutup rapat dengan dilapisi aluminium foil lalu ditutup selama masa penyimpanan.
5. Pengambilan sampel untuk analisa mutu dilakukan dengan cara mengambil 3 sampel (untuk ulangan 1,2 dan 3) pada kelompok sampel yang terbuka (A2) dan 3 sampel (untuk ulangan 1,2 dan 3) pada kelompok sampel yang tertutup (A2).
6. Perubahan mutu (kadar ALB, bilangan Peroksida, Warna (R:Y)) RBDPO dianalisa hingga 30 hari masa penyimpanan dengan pengamatan 0 hari, 5 hari, 10 hari, 15 hari, 20 hari, 25 hari dan 30 hari masa penyimpanan.

Kinetika Perubahan Mutu RBDPO selama Penyimpanan

Kinetika kenaikan asam lemak bebas menurut Desnelli dan Fanani (2009) yang telah dimodifikasi adalah sebagai berikut :

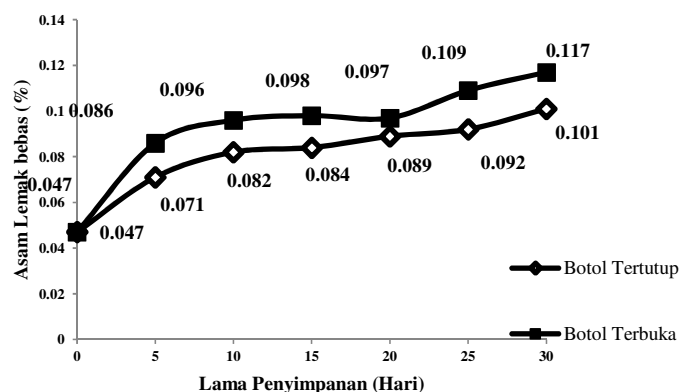
1. RBDPO yang baru dihasilkan dari proses *refinery* dikerjakan sesuai perlakuan.
2. Kadar mutu RBDPO (ALB dan bilangan peroksida) kemudian diukur pada hari ke -0, ke - 5, ke - 10, ke -15, ke - 20, ke - 25 dan ke - 30.
3. Hasil pengukuran mutu (ALB dan bilangan peroksida) RBDPO dibuat dalam grafik regresi linier antara mutu RBDPO (alb dan bilangan peroksida) dengan lama penyimpanan (t).

4. Pengamatan pada masing-masing perlakuan yaitu botol ditutup (A1) dan botol dibuka (A2), akan menghasilkan persamaan garis lurus $y_1 = a_1x + b_1$ (linear) pada masing-masing perlakuan.
5. Nilai kemiringan dari persamaan tersebut merupakan perubahan nilai total mutu RBDPO (ALB dan bilangan peroksida) (k)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Asam Lemak Bebas (ALB)

Perubahan kadar ALB pada RBDPO diamati selama 30 hari masa penyimpanan dengan interval 5 hari. Hasil penelitian menunjukkan kadar ALB RBDPO yang disimpan dengan botol tertutup (A1) berkisar antara 0,047% sampai dengan 0,101% dan kadar ALB RBDPO yang disimpan dengan wadah terbuka (A2) berkisar antara 0,047% sampai dengan 0,117%. Perhitungan kinetika peningkatan kadar ALB RBDPO selama penyimpanan mengikuti ordo kinetik satu, baik pada RBDPO perlakuan A₁ (botol tertutup) dan RBDPO pada perlakuan A2 (botol terbuka). Artinya, laju peningkatan pada ALB berlangsung lambat pada awalnya namun pada hari berikutnya berlangsung semakin cepat. Perubahan kadar ALB RBDPO selama masa penyimpanan diperlihatkan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Kurva peningkatan kadar ALB RBDPO selama penyimpanan

Gambar 1 menunjukkan bahwa kadar asam lemak bebas pada RBDPO yang disimpan selama 30 hari mengalami peningkatan, baik yang dikemas dengan wadah tertutup (A1) ataupun wadah terbuka (A2). Peningkatan kadar asam lemak bebas dapat dinyatakan dengan pendekatan model kinetika ordo satu pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Persamaan garis dan koefisien determinasi (R^2) kadar asam lemak bebas RBDPO selama penyimpanan

Faktor A	Persamaan Garis	R^2
A1	$y = 0,0207x - 2,85$	0,7796
A2	$y = 0,023x - 2,7554$	0,6772

Persamaan garis pada A1 (botol tertutup) dan A2(botol terbuka) yang terbentuk menunjukkan bahwa kecepatan perubahan asam lemak bebas pada A1 sebesar 0,0207 per hari dan kecepatan perubahan asam lemak bebas pada A2 sebesar 0,0230 per hari selama masa penyimpanan. Botol tertutup (A1) memiliki laju peningkatan asam lemak bebas lebih rendah dibanding RBDPO yang disimpan pada botol terbuka(A2). Hal ini membuktikan bahwa laju peningkatan asam lemak bebas pada RBDPO akan semakin cepat apabila ada kontak dengan udara. Laju perubahan ALB yang lebih lambat pada A1 menyebabkan umur simpan RBDPO perlakuan A1 lebih lama dari umur simpan RBDPO perlakuan A2.

Hasil analisis keragaman asam lemak bebas RBDPO menunjukkan bahwa udara dan lama penyimpanan berpengaruh nyata terhadap kadar asam lemak bebas RBDPO tersebut. Uji lanjut BNJ taraf 5% disajikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Uji lanjut BNJ 5% pengaruh udara terhadap kenaikan asam lemak bebas (ALB) RBDPO

Perlakuan	Rerata (%)	BNJ 5% = 0,003
A1 (botol ditutup)	0,081	a
A2 (botol dibuka)	0,093	b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata.

Berdasarkan hasil uji lanjut BNJ 5% pada Tabel 2, ALB pada RBDPO yang disimpan dengan botol tertutup (A1) sebesar 0,081% dan RBDPO yang disimpan dengan botol terbuka (A2) mempunyai kadar ALB sebesar 0,093%. Hasil perhitungan BNJ menunjukkan bahwa kadar ALB pada RBDPO berbeda nyata untuk setiap perlakuan. Perbedaan jumlah asam lemak bebas antara RBDPO yang disimpan di dalam botol tertutup (A1) dengan RBDPO yang disimpan di dalam botol terbuka (A2) disebabkan adanya kontaminasi minyak dengan uap air yang berada baik di dalam minyak itu sendiri ataupun yang berada di permukaan minyak selama penyimpanan (hidrolisis) pada perlakuan A2. Menurut Lawson (1985), reaksi hidrolisis terjadi akibat interaksi antara air dengan lemak yang menyebabkan putusnya beberapa asam lemak dari trigliserida pada minyak yang menghasilkan asam lemak bebas dan gliserol. Reaksi hidrolisis pada minyak akan dipercepat dengan adanya udara, panas, cahaya dan enzim lipase. Namun peranan enzim lipase pada RBDPO tidaklah besar dikarenakan proses *refinery* menggunakan suhu hingga 110°C dimana enzim bersifat inaktiv.

Asam lemak yang mempunyai ikatan rangkap banyak atau *polyunsaturated fatty acids* (PUFA) menyebabkan minyak nabati sangat rentan terhadap oksidasi yang menyebabkan ketengikan (Chan, 2005). RBDPO merupakan produk hasil *refinery* yang sudah mengalami proses *refining*, *bleaching* dan *deodorizing*.

Peningkatan kadar asam lemak bebas RBDPO pada penelitian ini berkisar antara 0,047% hingga 0,117% sedangkan menurut Putra (2013), kandungan asam lemak bebas minyak kelapa sawit yang disimpan (mengalami penundaan pengolahan) selama 48 jam berkisar antara 2,96% hingga 5,14%. Laju peningkatan kadar asam lemak bebas pada RBDPO yang disimpan lebih rendah dibandingkan minyak kelapa sawit (CPO). Hal ini dikarenakan RBDPO telah mengalami proses penyulingan untuk menghilangkan asam lemak bebas, menjernihkan warna dan penghilangan bau. Hasil samping dari proses penyulingan CPO yaitu PFAD (*Palm Fatty Acid Distillate*) yang memiliki kandungan asam lemak bebas yang sangat tinggi.

Analisis keragaman menunjukkan bahwa kadar asam lemak bebas RBDPO juga dipengaruhi oleh waktu penyimpanan seperti yang ditampilkan pada Tabel 3. Tabel dibawah

menunjukkan bahwa semakin lama penyimpanan maka asam lemak bebas yang terbentuk semakin tinggi. Perlakuan B0 (penyimpanan 0 hari) berbeda nyata dengan perlakuan B5 (penyimpanan 5 hari) dan perlakuan B10 (penyimpanan 10 hari) tetapi berbeda tidak nyata dengan perlakuan B15 (penyimpanan 15 hari).

Tabel 3. Uji lanjut BNJ 5% pengaruh lama penyimpanan terhadap kenaikan asam lemak bebas (ALB) RBDPO

Perlakuan (Lama penyimpanan)	Rerata (%)	BNJ 5% = 0,009
B0 (0 hari)	0,04733	a
B5 (5 hari)	0,07850	b
B10 (10 hari)	0,08933	c
B15 (15 hari)	0,09100	c
B20 (20 hari)	0,09333	cd
B25 (25 hari)	0,10083	de
B30 (30 hari)	0,10917	e

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata.

Peningkatan ALB pada RBDPO selama masa penyimpanan dikarenakan adanya proses hidrolisis oleh air. Menurut Qurrota (2013), jumlah kandungan air pada minyak dapat menambah karena pengolahan minyak sawit itu sendiri serta pada saat penyimpanan. Tingginya RH (kelembaban udara) pada daerah Mariana, Banyuasin yaitu sekitar 58 – 97% menjadi alasan terjadinya reaksi hidrolisis. Aktivitas mikroba juga merupakan salah satu yang mengakibatkan peningkatan nilai asam lemak bebas (Ohimain *et al.*, 2012). Mikroba yang menyerang bahan pangan berlemak termasuk dalam golongan mikroba nonpatogen, yaitu jenis mikrobial yang tidak menyebabkan masalah kesehatan pada manusia (Ketaren, 2008).

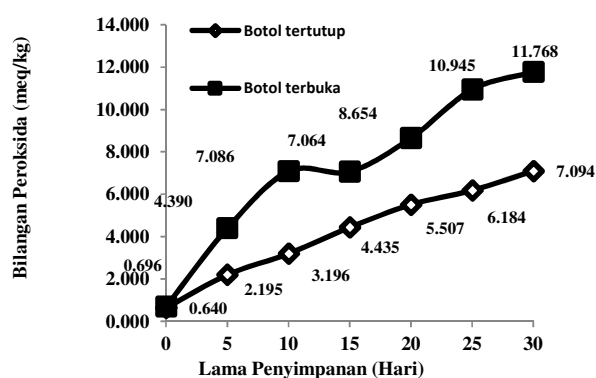
3.2. Bilangan Peroksida

Bilangan peroksida adalah nilai terpenting untuk menentukan derajat kerusakan pada minyak atau lemak. Hasil penelitian menunjukkan bilangan peroksida RBDPO yang disimpan dengan botol tertutup (A1) berkisar antara 0,640% sampai dengan 7,094% dan bilangan peroksida RBDPO yang disimpan dengan botol terbuka (A2) berkisar antara 0,696% sampai dengan 11,768%. Peningkatan kadar peroksida pada RBDPO menunjukkan penurunan mutu selama penyimpanan. RBDPO yang disimpan dengan botol terbuka lebih rentan terkontaminasi udara dibandingkan RBDPO yang disimpan dengan botol tertutup. Asam lemak tidak jenuh dapat mengikat oksigen pada ikatan rangkapnya sehingga membentuk peroksida (Ketaren, 1986).

Perhitungan kinetika peningkatan bilangan peroksida RBDPO selama penyimpanan mengikuti kinetika ordo satu baik untuk perlakuan A1 dan perlakuan A2. Penentuan ordo satu berdasarkan nilai koefisien determinan (R^2) yang tertinggi, dimana plot bilangan peroksida terhadap waktu dalam bentuk garis linear memiliki R^2 lebih rendah dibandingkan R^2 garis nonlinear sehingga perubahan bilangan peroksida RBDPO bukan mengikuti kinetika ordo nol maka perlu dilakukan uji lanjut dengan memplot garis linear \ln [bilangan peroksida] dan $1/[\text{bilangan peroksida}]$ terhadap waktu (t). Maka dilakukan perbandingan garis linear R^2

antara grafik \ln [bilangan peroksida] terhadap waktu dengan garis linear R^2 $1/[\text{bilangan peroksida}]$ terhadap waktu. Hasil menunjukkan bahwa R^2 terbesar dihasilkan oleh plot \ln [bilangan peroksida] terhadap waktu (t) sehingga merupakan ordo kinetik satu. Perlakuan A1 mempunyai bentuk garis linear R^2 dari plot grafik \ln [bilangan peroksida] terhadap (t) sebesar 0,8250 sedangkan plot grafik $1/[\text{bilangan peroksida}]$ terhadap (t) pada garis linearnya mempunyai R^2 sebesar 0,5702 (untuk perlakuan A1). Berdasarkan perbandingan R^2 tersebut maka diperoleh laju perubahan bilangan peroksida terhadap waktu mengikuti kinetik ordo satu.

Peningkatan bilangan peroksida RBDPO selama masa penyimpanan disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Kurva peningkatan bilangan Peroksida (meq/kg) RBDPO selama penyimpanan

Tabel 4. Persamaan garis, konstanta reaksi dan koefisien determinasi (R^2) kadar bilangan Peroksida RBDPO yang terkontaminasi udara (A2) dan tidak terkontaminasi udara (A1) selama penyimpanan

Faktor A	Persamaan Garis	R^2
A1	$Y = 0,072x + 0,1577$	0,825
A2	$Y = 0,0751x + 0,5948$	0,6913

Tabel 4 menunjukkan perubahan laju reaksi untuk A1 sebesar 0,0702 meq/kg per hari dan A2 sebesar 0,0751 meq/kg per hari. Berdasarkan persamaan linear plot $1/[\text{bilangan peroksida}]$ terhadap (t) yang terbentuk menunjukkan bahwa laju perubahan A1 lebih kecil dibandingkan A2. Peningkatan bilangan peroksida pada A1 dan A2 menunjukkan bahwa terjadi reaksi antara oksigen dengan minyak pada ikatan rangkapnya (Khotimah *et al.*, 2013). Bilangan peroksida berhubungan dengan reaksi oksidasi dimana semakin banyak terjadi reaksi oksidasi maka semakin besar bilangan peroksida pada lemak atau minyak. Oksidasi terjadi karena adanya radikal bebas (Ramdani, 2014).

Uji lanjut BNJ taraf 5% pengaruh udara terhadap kenaikan bilangan peroksida disajikan pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Uji lanjut BNJ 5% pengaruh udara terhadap kenaikan bilangan Peroksida RBDPO

Perlakuan	Rerata (Meq/Kg)	BNJ 5% = 1,570
A1 (botol ditutup)	4,179	a
A2 (botol dibuka)	7,229	b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata

Berdasarkan Tabel 5 perlakuan A1 berbeda nyata dengan perlakuan A2, dimana perlakuan A1 memiliki rerata peroksida yang lebih rendah (4,179 meq/kg) dibandingkan perlakuan A2 (7,229 meq/kg). Kandungan peroksida pada RBDPO dipengaruhi oleh kontak RBDPO dengan oksigen selama masa penyimpanan. Reaksi antara oksigen dengan asam lemak bebas akan membentuk senyawa hidroperoksida yang kemudian dari hidroperoksida akan terbentuk aldehida dan keton yang menimbulkan bau tengik pada minyak (Ketaren, 1986). Oksidasi dari asam lemak akan menghasilkan keton-keton dengan rasa manis dan berbau keras yang disebut dengan ketengikan keton (Tilman dkk, 1998). Selain faktor kontaminasi udara, peningkatan bilangan peroksida juga dipengaruhi oleh lama penyimpanan seperti yang disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Uji lanjut BNJ 5% pengaruh lama penyimpanan terhadap kenaikan bilangan Peroksida RBDPO

Perlakuan (lama penyimpanan)	Rerata (%)	BNJ 5% = 2,567
B0 (0 hari)	0,66798	a
B5 (5 hari)	3,29240	b
B10 (10 hari)	5,14117	bc
B15 (15 hari)	5,74979	c
B20 (20 hari)	7,08065	cd
B25 (25 hari)	8,56446	d
B30 (30 hari)	9,43108	d

Ket : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom sama berarti berbeda tidak nyata

Tabel 6 menunjukkan bahwa perlakuan B0 (penyimpanan 0 hari) berbeda nyata dengan perlakuan B5, sedangkan perlakuan B25 berbeda tidak nyata dengan perlakuan B30. Semakin lama penyimpanan maka kadar peroksida yang terbentuk semakin tinggi. Kadar awal bilangan peroksida RBDPO pada perlakuan B0 sebesar 0,66798 meq/kg dan pada hari ke-30 meningkat menjadi 9,43108 meq/kg. Semakin lama RBDPO disimpan maka kontakannya dengan udara juga akan semakin lama sehingga peroksida yang terbentuk semakin tinggi.

Bilangan peroksida yang tinggi mengindikasikan lemak atau minyak sudah mengalami oksidasi. Radikal bebas yang terdapat di udara akan menyerang molekul asam lemak dan menyebabkan asam lemak kehilangan atom H kemudian menjadi asam lemak radikal. Asam lemak radikal adalah asam lemak yang tidak stabil sehingga sangat reaktif dan dapat bereaksi dengan triplet oksigen menghasilkan radikal peroksida. Radikal peroksida akan bereaksi lebih lanjut dengan asam lemak tidak jenuh membentuk hidroperoksida dan radikal alkil. Laju reaksi antara radikal alkil dan oksigen terjadi sangat cepat sehingga kebanyakan radikal bebas berbentuk radikal peroksida (Sudibyo, 1986). Radikal peroksida inilah yang terhitung sebagai bilangan peroksida (Khotimah *et al.*, 2013).

Hasil penelitian (Tabel 6) menunjukkan rerata bilangan peroksida awal (hari ke - 0 sampai hari ke - 15) masih rendah karena proses oksidasi terhadap asam lemak tak jenuh masih minimal dan belum banyak dipengaruhi oleh faktor lain, sedangkan pada hari ke 15 sampai ke 30 terjadi peningkatan rerata bilangan peroksida dari 5,74979 menjadi 9,43108. Radikal peroksida yang sudah terbentuk pada tahap inisiasi akan berperan sebagai katalisator yang kuat pada reaksi oksidasi lebih lanjut sehingga pemecahan oksidatif akan terjadi terus-menerus (Ritonga, 2006). Akibatnya akan terbentuk aldehid dan keton yang menyebabkan bau tengik. Keadaan ini diperburuk dengan minimnya antioksidan pada RBDPO yang terbuang sewaktu proses *bleaching* pada CPO.

Tabel 7. (BNJ AB) Uji lanjut BNJ 5% pengaruh udara dan lama penyimpanan terhadap kadar bilangan peroksida (Meq/Kg) RBDPO

Perlakuan	Rerata (Meq/Kg)	BNJ 5% = 2,56742
A1B0	0,64004	a
A2B0	0,69592	a
A1B5	2,19445	ab
A1B10	3,19612	abc
A2B5	4,39036	bcd
A1B15	4,43511	bcd
A1B20	5,50731	cde
A1B25	6,18352	de
A2B15	7,06448	ef
A2B10	7,08622	ef
A1B30	7,09393	ef
A2B20	8,65398	fg
A2B25	10,9454	gh
A2B30	11,76823	h

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata.

Hasil uji BNJ 5% (Tabel 7) menunjukkan bahwa perlakuan A1B0 berbeda tidak nyata dengan perlakuan A2B0, perlakuan A1B5 dan perlakuan A1B10. Perbedaan nyata secara statistik baru terlihat pada penyimpanan hari ke-10 antara A1 dan A2. Penelitian ini menunjukkan RBDPO yang disimpan dengan wadah terbuka (A2) memiliki laju reaksi hampir dua kali lebih besar dibandingkan RBDPO yang disimpan dengan wadah tertutup. Penyimpanan RBDPO dengan wadah terbuka memperbesar terjadinya kontak RBDPO dengan udara sehingga kemungkinan teroksidasi juga semakin besar. Penyimpanan yang lama dan kondisi penyimpanan yang terbuka menyebabkan pembentukan radikal alkil yang cepat bereaksi dengan oksigen membentuk radikal peroksida. Pembentukan bilangan peroksida dipercepat dengan adanya cahaya selama penyimpanan. Penyimpanan RBDPO pada botol bening membuat RBDPO mudah terekspos oleh cahaya yang berasal dari lampu penerangan di ruang sampel. Selain itu, pemanasan berulang untuk pencairan sampel juga merupakan faktor yang dapat meningkatkan peroksida pada RBDPO.

3.3. Warna (Lovibond Tintometer)

3.3.1. Redness (R)

Nilai *redness* (R) menunjukkan tingkat kemerahan pada produk. Nilai R pada pengukuran dengan *Lovibond Tintometer* menggunakan skala R:Y dengan nilai ratio (1:10). Hasil penelitian menunjukkan RBDPO yang disimpan dengan keadaan tertutup memiliki rerata nilai R sebesar 2,348 dan RBDPO yang disimpan dengan botol terbuka mempunyai nilai R 2,520. Hasil analisis keragaman terhadap nilai R RBDPO menunjukkan bahwa udara dan lama penyimpanan berpengaruh nyata terhadap warna merah RBDPO, sedangkan interaksi antara perlakuan A dan B berpengaruh tidak nyata terhadap perubahan warna merah RBDPO. Uji lanjut BNJ taraf 5% disajikan seperti Tabel 8.

Tabel 8. Uji lanjut BNJ 5% pengaruh udara terhadap Warna Merah (R) RBDPO menggunakan *Lovibond Tintometer*

Perlakuan	Rerata (R)	BNJ 5% = 0,113
A1 (botol ditutup)	2,348	A
A2 (botol dibuka)	2,520	b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata

Hasil Uji BNJ taraf 5% (Tabel 8) menunjukkan menunjukkan bahwa perlakuan A1 berbeda nyata dengan perlakuan A2. Hal ini dikarenakan pada perlakuan A2 udara lebih bebas mengkontaminasi RBDPO. RBDPO secara spontan teroksidasi oleh udara pada suhu kamar (Hilda, 2009). Karoten sisa pada proses pemurnian CPO mengalami isomerisasi dan oksidasi yang dikenal sebagai penyebab utama degradasi karoten. Pigmen sisa (tokoferol dan karoten) pada RBDPO akan dioksidasi oleh udara yang akan menghasilkan warna kuning kecoklatan hingga ungu kemerahan (Sudram, 2007).

Standar Nasional Indonesia untuk warna RBDPO yaitu maksimal 3R sehingga RBDPO yang dijadikan sampel pada penelitian ini masih memiliki nilai warna *redness* dibawah standar SNI. Intensitas warna yang rendah pada RBDPO karena CPO telah mengalami proses *refining*, *bleaching* dan *deodorizing* yang menghilangkan zat warna alami pada CPO seperti karotenoid, xantophil, klorofil dan antosianin. Keempat pigmen tersebut yang memberikan warna kuning, kuning kecoklatan, kehijau-hijauan dan kemerah-merahan (Djarmiko, 1985). Lama penyimpanan juga berpengaruh nyata terhadap perubahan nilai warna merah (R) RBDPO seperti yang disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Uji lanjut BNJ 5% pengaruh lama penyimpanan terhadap perubahan *redness* (R) RBDPO

Perlakuan (Lama penyimpanan)	Rerata (R)	BNJ 5% = 0,327
B0 (0 hari)	2,050	A
B5 (5 hari)	2,283	Ab
B10 (10 hari)	2,367	Bc
B15 (15 hari)	2,433	Bcd
B20 (20 hari)	2,533	bcd
B25 (25 hari)	2,633	cd
B30 (30 hari)	2,733	d

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata

Hasil penelitian menunjukkan (Tabel 9) bahwa semakin lama penyimpanan maka intensitas warna merah akan semakin meningkat. Pada penyimpanan 0 hari nilai R rerata

sebesar 2,050R dan pada hari ke-30 nilai R rerata sebesar 2,733R. Perlakuan B0 berbeda tidak nyata dengan perlakuan B5 tetapi berbeda nyata dengan perlakuan B30.

3.3.2. Yellowness (Y)

Hasil penelitian menunjukkan nilai Y rerata untuk A1 sebesar 23,48Y sedangkan untuk A2 sebesar 25,19Y. Perlakuan A1 lebih mampu mempertahankan warnanya dibandingkan A2. Hal ini karena RBDPO yang disimpan dengan wadah terbuka lebih rentan teroksidasi oleh udara dibandingkan wadah tertutup. Hasil uji lanjut BNJ faktor A terhadap perubahan warna kuning (Y) RBDPO disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Uji lanjut BNJ 5% pengaruh udara terhadap perubahan warna RBDPO

Perlakuan	Rerata (Y)	BNJ 5% = 1,134
A1 (botol ditutup)	23,48	a
A2 (botol dibuka)	25,19	b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata

Hasil Uji BNJ 5% menunjukkan perlakuan A1 berbeda nyata dengan perlakuan A2 dimana intensitas warna pada A2 lebih besar dari A1. Secara alamiah, warna kuning pada minyak sawit lebih dominan dibandingkan warna merah karena mengandung karotenoid yang berwarna kuning dan xantofil yang berwarna kuning kecoklatan. Hal inilah yang mendasari perhitungan *Lovibond tintometer* dimana warna merah dan kuning mempunyai perbandingan 1:10 (R:Y). Menurut SNI 01-0014-1987, standar mutu untuk warna kuning pada RBDPO maksimal 30Y. Kedua perlakuan baik RBDPO yang disimpan dengan wadah terbuka (A2) atau wadah tertutup (A1) memiliki warna kuning yang masih tetap dalam ketentuan Standar Nasional Indonesia (SNI).

Tabel 11. (BNJ Faktor B) Uji lanjut BNJ 5% pengaruh lama penyimpanan terhadap perubahan yellowness RBDPO

Perlakuan (Lama penyimpanan)	Rerata (Y)	BNJ 5% = 3,257
B0 (0 hari)	20,5	a
B5 (5 hari)	22,83	ab
B10 (10 hari)	23,67	abc
B15 (15 hari)	24,33	bcd
B20 (20 hari)	25,33	bcd
B25 (25 hari)	26,33	cd
B30 (30 hari)	27,33	d

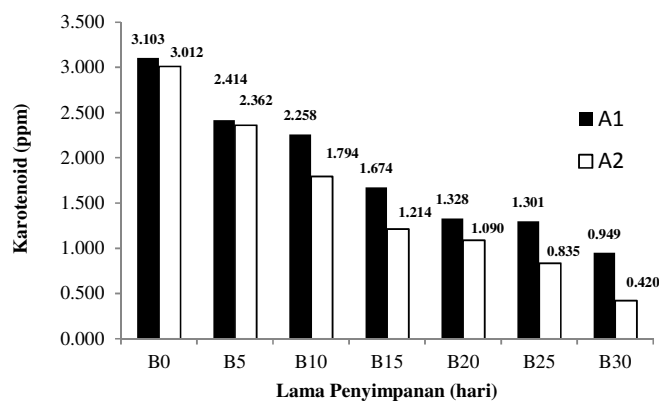
Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata.

Tabel 11 menunjukkan bahwa perlakuan B0) berbeda tidak nyata dengan perlakuan B5 namun berbeda nyata dengan perlakuan B15. Semakin lama penyimpanan maka akan menyebabkan warna kuning pada RBDPO berubah menjadi kuning kecoklatan. Minyak dengan warna gelap dikarenakan oksidasi terhadap senyawa tidak tersabunkan seperti

oksidasi tokoferol dan chroman 5,6 quinon yang menghasilkan warna minyak kecoklat-coklatan (Komaladewi, 2008).

3.4. Total Karoten

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar rerata karoten total pada RBDPO yang diamati pada penelitian ini berkisar antara 0,949 ppm sampai dengan 3,103 ppm untuk perlakuan A1 dan sebesar 0,420 ppm sampai dengan 3,012 ppm untuk perlakuan A2. Kadar karoten tertinggi diperoleh pada perlakuan A1B0 yaitu sebesar 3,103 ppm dan kadar karoten terendah terdapat pada perlakuan A2B30 dengan karoten total sebesar 0,420 ppm. Grafik perubahan karoten disajikan pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Nilai rata-rata kadar karoten (ppm) RBDPO selama masa penyimpanan

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa udara dan lama penyimpanan berpengaruh nyata terhadap perubahan kadar karoten total RBDPO, sedangkan interaksi keduanya berpengaruh tidak nyata terhadap kadar karoten total RBDPO. Hasil uji BNJ taraf 5% pengaruh udara terhadap perubahan kadar karoten total RBDPO disajikan pada Tabel 12 berikut.

Tabel 12. Uji lanjut BNJ 5% pengaruh udara terhadap total karoten RBDPO

Perlakuan	Rerata (ppm)	BNJ 5% = 0,209
A1 (botol ditutup)	1,861	a
A2 (botol dibuka)	1,532	b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata.

Uji BNJ taraf 5% pada Tabel 12 menunjukkan bahwa perlakuan A1 berbeda nyata dengan perlakuan A2, dengan perlakuan A1 mempunyai kadar karoten total sebesar 1,861 ppm dan A2 dengan kadar karoten total sebesar 1,532. Hal ini menunjukkan bahwa udara mengurangi kadar karoten total pada RBDPO. Menurut Aziziah et al, (2009), minyak buah kelapa sawit yang terpapar panas dan oksigen lebih lama akan memiliki kandungan karoten

yang lebih rendah. CPO mengandung antara 500-700 ppm karoten dan merupakan bahan pangan sumber karoten alami terbesar. Warna jingga atau kuning pada minyak buah kelapa sawit disebabkan pigmen karoten yang larut dalam minyak kelapa sawit (Pahan, 2012).

Tabel 13. Uji BNJ taraf 5% pengaruh lama penyimpanan kadar karoten total RBDPO

Perlakuan (Lama penyimpanan)	Rerata (ppm)	BNJ 5% = 0,600
B30 (30 hari)	0,685	a
B25 (25 hari)	1,068	ab
B20 (20 hari)	1,209	ab
B15 (15 hari)	1,444	bc
B10 (10 hari)	2,026	cd
B5 (5 hari)	2,388	d
B0 (0 hari)	3,058	e

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata.

Hasil uji BNJ 5% (Tabel 13) menunjukkan bahwa B0 berbeda nyata dengan B15). Perlakuan B30 memiliki kadar karoten terkecil yaitu sebesar 0,685 ppm dan B0 memiliki kadar karoten total sebesar 3,058 ppm. Hal ini membuktikan bahwa semakin lama penyimpanan maka reaksi oksidasi karoten yang terjadi akan semakin tinggi. Pada reaksi oksidasi, karoten akan memberikan atom hidrogen kepada radikal bebas sehingga terbentuk karoten radikal. Bentuk baru dari transformasi karoten ini tidak lagi bertindak sebagai antioksidan. Transformasi ini yang mengakibatkan karoten pada minyak buah kelapa sawit mengalami penurunan (Fiendor dan Burdha, 2014).

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Udara dan lama penyimpanan berpengaruh nyata terhadap asam lemak bebas, bilangan peroksida, warna dan kadar karotenoid RBDPO.
2. Laju perubahan ALB dan bilangan peroksida RBDPO dapat dinyatakan dengan pendekatan model kinetika ordo kinetik satu, baik untuk RBDPO yang disimpan dengan botol tertutup dan botol terbuka.
3. Peningkatan bilangan peroksida lebih cepat dibandingkan ALB, sehingga peroksida lebih cepat menyebabkan kerusakan pada RBDPO yang disimpan.
4. Laju perubahan untuk ALB dan bilangan peroksida pada RBDPO yang disimpan dengan botol tertutup lebih lambat dari RBDPO yang disimpan dengan botol terbuka.
5. Kadar asam lemak bebas (ALB) pada RBDPO yang disimpan dengan botol terbuka dan tertutup selama 30 hari masih sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI 01-0014-1987) yaitu maksimal 0,15%.

DAFTAR PUTAKA

- Adawiyah, D.R., Soekarto, T.S. dan Hariyadi, P. 2012. Fat Hydrolysis in a Food Model System Effect of Water Activity and Glass Transition. *International Food Research Journal*. 19(2): 737-741.
- Azizah, A. H., Wee, K. C., Azizah, O. dan Azizah, M. 2009. Effect of Boiling and Stir Frying on Total Phenolics, Carotenoids and Radical Scavenging Activity of Pumpkin (*Cucurbita moschato*). *International Food Research Journal*. 16 (2): 45-51.
- Badan Standarisasi Nasional. 1987. SNI 01-0014,1987. *Standar Mutu RBDPO*. BSN, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 1992. SNI 01-2901, 1992. *Karakteristik Mutu CPO*. BSN, Jakarta.
- Bonnie, T.Y.P. dan Choo, Y.M. 1999. Oxidation and Thermal Degradation of Carotenoids. *Journal Of Palm Oil Research*. 1: 62 -78.
- Chan, H.W.S. 2005. In : *Autoxidation of Unsaturated Lipid*. Ed : Chan.H.W.S. Academic Press, New York.
- Desnelli dan Z. Fanani. 2009. Kinetika Reaksi Oksidasi Asam Miristat, Stearat dan Oleat dalam Medium Minyak Kelapa, Minyak Kelapa Sawit serta Tanpa Medium. *Jurnal Penelitian Sains*. 12(1C) : 12-107.
- Djajeng, S dan S Yuliani. 2005. Teknologi Pasca Panen dan Pengolahan Minyak Jarak Pagar sebagai Sumber Energi. *Jurnal Penelitian Sains*. 12(1C) : 12-107.
- Djarmiko, B. dan A.P. Widjaja. 1985. *Teknologi Lemak dan Minyak I*. Agro Industri Press. Fateta Institutt Pertanian Bogor, Bogor.
- Fiendor, J. dan K. Burda. 2014. Potential Role of Carotenoid as Antioxidant in Human Health and Disease. Issn. 2072-6643. 6: 466-488.
- Gee PT. 2007. Analytical Characteristics of Crude and Refined Palm Oil and Fractions. *European Journal Lipid Sci Technol*. 109:373-379.
- Gomez, A. dan Gomez, K. 1995. *Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian*. Terjemahan. E, Sjamsuddin dan J.S, Baharsjah. Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Gordon. S.H. 2004. Factors Affecting Lipid Oxidation. Didalam : Steel R (ED). Understanding and Measuring the Shelf Life of Food. Woodhead Publishing Limited, Cambridge.
- Hilda, J. 2009. Analisis Konsistensi Mutu dan Rendemen CPO (Crude Palm Oil) di Pabrik Kelapa Sawit tamiang PT. Padang Palma Permai, Padang.
- Hui Y H. 1996. Baley's Industrial Oil and Fat Products. Fifth Edition. Volume 4 Edible Oil and Fat Products. *Processing Technology*. A Wiley Interscience Publication, New York.
- Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Edisi 1. Universitas Indonesia (UI-Press), Jakarta
- Ketaren. 2008. *Minyak dan Lemak Pangan*. Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press), Jakarta.
- Komaladewi, R. 2008. *Pengaruh Aktivasi Karbon Tempurung Kelapa dengan Seng Klorida dan Uap Air terhadap Bilangan Iodin dan Luas Permukaan*, Skripsi S1. Universitas Padjajaran, Bandung.

- Lenz, M.K dan D.B.Lund. 1980. Experimental Procedures for Determining Destruction Kinetics of Food Component. *Food Technology*. 51 (2) : 420-432.
- Lietz Q, Hemy C.J.K, Mulokozi Q, Mugyabuso J.K.L, Ballart A, Ndossi G.D, Lorri W, Tomkins A. 2001. Comparison of the Effects of Supplemental Red Palm Oil and Sunflower Oil on Maternal vitamin A status. *Am Clin Nut*. 74(4):501-509
- Margaretta, S., S. D. Handayani., N. Indraswati dan H. Handarso. 2001. Ekstraksi Senyawa *Phenolic pandanus amaryllifolius Roxb.* Sebagai Antioksidan Alami. *Widya Teknik*. 10 (1) : 21-30.
- Naibaho, P. M. 1988. *Pemisahan Karotena (provitamin A) Minyak Sawit dengan Metode Absorpsi*, Disertasi S-3. FPS. IPB, Bogor.
- Pahan, I. 2006. *Kelapa Sawit (Manajemen Agribisnis dari Hulu ke Hilir)*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Pahan, I. 2012. *Kelapa Sawit (Manajemen Agribisnis dari Hulu ke Hilir)*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Paiva, S. A. R. dan Russell, R. M. 1999. β -Carotene and Other Carotenoids as Antioxidants. *Journal of the American College of Nutrition*. 18 : 426–433.
- Pasaribu, N. 2004. Minyak Buah Kelapa Sawit. Laporan Penelitian. Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatra Utara, Medan.
- Raharjo, S. 2008. Melindungi Kerusakan Oksidasi pada Minyak Selama Penggorengan dengan Antioksidan. *Food review Indonesia*. No.4. April 2008.
- Saguy, I. dan M. Karel. 1990. Modelling of quality deterioration during food processing and storage. *Food Tcehnol*. 2:78.
- Saguy, I. 1980. *Computer Aided Techniques in Food Technology*. Marcel Dekker, Inc, New york.
- Satiawihardja B, Mappiratu dan Basri. 2000. Produksi asam palmitat dari fraksi stearin minyak sawit untuk pengkayaan komponen *cocoa butter equivalent* pada olein minyak sawit melalui interesterifikasi enzimatik. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 9(3):145:153.
- Tirta, I. G., I. M. Ardaka dan I. D. P. Darma. 2010. Studi Fenologi dan Senyawa Kimia Pronojiwa (*Euchresta horsfieldii* (Lesch.) Benn.). *Bul. Littro*. 21(1) : 28-36.
- Trubusagrisarana, 2005. *Mengolah Minyak Goreng Bekas*. Perpustakaan Nasional RI, Surabaya.

MINUMAN PROBIOTIK DARI SUSU KAMBING

Susilawati, dan Maria Erna Kustiyawati

Dosen Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung

Email; susilawati.unila@gmail.com

ABSTRACT

One of form dairy product that is functional dairy beverage is fermented goat milk products or probiotic drinks. Probiotic drink is a drink that contains the microflora of lactic acid bacteria (LAB) that can give effect to those who consume health by balancing the composition of microflora in the gut and can survive in the gut as much as approximately 10^6 - 10^9 bacterial cells (Salminen and Wright, 1993). The purpose of research is to see the invivo quality of probiotic drink goat's milk that gives health effects and appreciated by the public. Research on probiotic drink goat's milk is done by making a fresh culture of lactic acid bacteria (LAB) species *Lactobacillus casei*, which previously carried out preparatory culture *L. casei*, culturing stem, culturing between, and work culture. Then the work culture was inoculated as starters into the first goat milk pasteurized at a temperature of 60°C for 15 minutes. Milk fermentation process lasts for 24 hours at a temperature of 37°C . Fermented milk t analyzed pH, total acid, and the amount of Lactic Acid Bacteria (LAB). The average number of BAL in this fermented milk was 1.76×10^9 CFU / ml. To test whether this fermented milk beverage probiotics are then tested in vivo using mice species *Mus Musculus.L*, male sex 2 months old.

Quality testing in vivo results obtained total lactic acid bacteria on days 0, 7, 14, and 21, are respectively 8.909; 9.221; 9.346; and 9.460 Log Colonies / ml. Data shows that the Lactic Acid Bacteria can live and survive in the intestine of mice more than 109 cells, which means that until the day 21 already seen that the beverage fermented from goat milk can be said probiotic drinks. Quality probiotic drink in vivo has been able to prove that the lactic acid bacteria can live in the intestines of rats on day 21 the number reaches 460×10^9 CFU / ml, with a total of 0.56 ml acid, and pH 3.605.

Key word : Probiotic drink, Invivo Quality

ABSTRAK

Salah satu bentuk olahan susu yang bersifat fungsional adalah produk minuman fermentasi susu kambing yaitu minuman probiotik. Minuman probiotik adalah minuman yang berisi mikroflora bakteri asam laktat (BAL) yang dapat memberikan efek kesehatan bagi yang mengkonsumsinya dengan cara menyeimbangkan komposisi mikroflora di dalam usus dan dapat bertahan hidup pada usus sebanyak lebih kurang 10^6 - 10^9 sel bakteri (Salminen dan Wright, 1993). Tujuan penelitian adalah melihat mutu invivo minuman probiotik susu kambing yang memberi efek kesehatan dan disukai masyarakat. Penelitian tentang minuman probiotik dari susu kambing dilakukan dengan membuat kultur segar bakteri asam laktat (BAL) jenis *Lactobacillus casei*, yang sebelumnya dilakukan persiapan kultur *L. casei*, pembuatan kultur induk, pembuatan kultur antara, dan kultur kerja. Setelah itu kultur kerja diinokulasikan sebagai starter kedalam susu kambing yang terlebih dahulu di pasteurisasi pada suhu 60°C selama 15 menit. Proses fermentasi susu berlangsung selama 24 jam pada suhu 37°C . Hasil fermentasi susu kemudian dianalisis pH, Total asam, dan Jumlah Bakteri Asam Laktat (BAL). Jumlah BAL rata-rata pada susu fermentasi ini adalah 1.76×10^9 CFU/ml. Untuk menguji apakah minuman susu hasil fermentasi ini bersifat probiotik maka dilakukan uji invivo dengan menggunakan tikus percobaan jenis *Mus Musculus.L*, jenis kelamin jantan berumur 2 bulan.

Hasil pengujian mutu secara invivo didapatkan total Bakteri asam laktat pada hari ke 0, 7, 14, dan 21, berturut-turut adalah 8.909; 9.221; 9.346; dan 9.460 Log Koloni/ml. Dari data dapat dilihat bahwa Bakteri Asam Laktat dapat hidup dan bertahan pada usus tikus lebih dari 10^9 sel, yang artinya sampai pada hari ke 21 sudah terlihat bahwa minuman hasil fermentasi dari susu kambing dapat dikatakan minuman probiotik. Mutu

minuman probiotik secara invivo sudah dapat membuktikan bahwa Bakteri asam laktat dapat hidup dalam usus tikus percobaan pada hari ke 21 dengan jumlah mencapai 460×10^9 CFU/ml, dengan Total asam 0,56 ml, dan pH 3,605

Kata kunci: Minuman Probiotik, Mutu Invivo

PENDAHULUAN

Pada umumnya masyarakat lebih mengenal susu sapi dibanding susu hewan lainnya. Sebagian masyarakat beranggapan bahwa susu kambing beraroma prengus seperti kambing. Hal tersebut tidak sepenuhnya benar, sebab adanya aroma prengus sangat tergantung pada cara penanganan pemerahan, dan pengolahan susu tersebut. Bau kambing pada susu kambing sebenarnya merupakan dampak dari wadah susu yang tercemar aroma yang dihasilkan oleh kelenjar kambing. Jika penanganan pengolahan dilakukan secara benar, susu kambing tidak akan memiliki aroma prengus (Damayanti dan Wiryanta, 2002). Selain itu menurut Potensi areal peternakan kambing di Propinsi Lampung adalah 3,3 juta ha, dan 59,40 persennya berpotensi menghasilkan susu, yakni 1,59 juta ton/tahun (Dinas Peternakan Propinsi Lampung, 2005).

Telah dilakukan pembuatan minuman probiotik dari susu kambing dengan menggunakan susu kambing segar penuh (*whole milk* kambing), dan susu kambing segar yang dipisahkan krimnya (*skim milk* kambing) (Susilawati, 2009). Penelitian dilakukan untuk profile asam lemak dan asam amino dari kedua jenis minuman probiotik, yakni yang berasal dari *whole* dan *skim* susu kambing. Konsentrasi asam lemak pada susu kambing probiotik yang dibuat dari *skim milk* menjadi lebih kecil yakni total asam lemak jenuh menjadi 13,180 % dan asam lemak tak jenuh 11,997 % dibandingkan susu probiotik yang dibuat dari *whole milk* kambing, (Susilawati, 2009).

Sesungguhnya susu kambing merupakan sumber protein terbaik setelah telur dan hampir setara dengan ASI (Damayanti dan Wiryanta, 2002). Susu kambing mengandung asam lemak rantai pendek dan medium relatif lebih banyak dibandingkan pada susu sapi (Van den Berg, 1990). Susu kambing memiliki kandungan total solid 13,9%, lemak 4,8%, protein 3,7%, bahan kering tanpa lemak 9,1%, abu 0,85%, dan laktosa 5%. (Davendra, 1980). Kandungan gizi dalam susu kambing dapat meningkatkan pertumbuhan bayi, menjaga keseimbangan metabolisme, membantu pembentukan sel darah dan jaringan tubuh. Susu kambing juga baik diminum oleh orang yang alergi susu sapi serta untuk orang-orang yang mengalami gangguan pencernaan (Srigandono dan Soedarsono, 1991).

Salah satu bentuk olahan susu yang potensial dan fungsional adalah dalam bentuk produk minuman fermentasi dari susu termasuk dari susu kambing yaitu minuman probiotik. Minuman probiotik berisi mikroflora bakteri asam laktat (BAL) yang dapat memberikan efek kesehatan bagi yang mengkonsumsinya dengan cara menyeimbangkan komposisi mikroflora di dalam usus. Hasil penelitian mengungkapkan khasiat dadih (dari susu kambing) terhadap kadar lemak dan asam empedu total dalam darah serta mikroflora tinja dari tikus yang diberi makanan tinggi kolesterol menunjukkan, salah satu strain BAL mampu menurunkan kadar kolesterol buruk (*low density lipoprotein*), trigliserida dan serum fosfolipid

dalam darah tikus percobaan. Berdasarkan mekanisme antikarsinogeniknya, bakteri probiotik memperlihatkan kemampuannya dalam menekan perkembangan sel tumor dan meningkatkan sistem imun disaluran pencernaan, menekan aktivitas enzim prokarsinogenik di fekal, dan mengeliminir senyawa mutagenik atau prokarsinogenik (Prangdimurti, 2001).

Selama ini usaha pengolahan minuman probiotik dari susu kambing belum dikembangkan secara optimal, khususnya dari segi mutu secara *invivo* dan preferensi masyarakat terhadap produk tersebut. Untuk itu perlu dilakukan penelitian untuk dapat menghasilkan produk minuman probiotik dari susu kambing dengan mutu dan preferensi yang lebih baik dan dapat diterima oleh masyarakat luas dalam rangka mendukung program peningkatan ketahanan pangan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi tentang mutu *invivo* minuman probiotik susu kambing, dan meningkatkan konsumsi, kebiasaan, dan kesukaan (Preferensi) masyarakat terhadap minuman probiotik dari susu kambing, sehingga dapat meningkatkan kuantitas dan kualitas gizi masyarakat dalam menuju ketahanan pangan.

BAHAN DAN METODE

a. Bahan dan Alat

Bahan digunakan dalam penelitian ini adalah susu kambing segar yang diperoleh dari tempat pemerahan susu kambing di Sungai Langka Pesawaran Lampung, starter *Lactobacillus casei* yang diperoleh dari Laboratorium IPB Bogor, MRS agar dan MRS broth, EMBA, tikus percobaan (*Mus Musculus*) jantan yang berumur 2 bulan yang diperoleh dari Pusat Pengujian Obat dan Makanan Jakarta, (etanol 70% dan garam fisiologis 0,85%), ransum tikus yang digunakan yaitu ransum biasa (pelet). Untuk membius tikus digunakan dietil eter dan bahan analisa lainnya. Alat yang digunakan untuk penelitian adalah, timbangan, oven, inkubator, cawan petri, gelas ukur, tabung reaksi, rak tabung, mikro pipet dan tips, lampu bunsen, erlenmeyer, jarum ose, gelas piala, colony counter, gelas piala, timbangan 2 digit (EK-600G), heater, vorteks, magnetics stirrer, baskom, botol minum, wadah pakan, kandang tikus, alat cekok dan lain-lain.

b. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif dengan menyajikan data yang merupakan hasil pengamatan dalam bentuk tabel dan grafik, kemudian dianalisis secara diskriptif. Untuk pengujian mikroflora *digesta* digunakan tikus *Mus musculus* sebanyak 3 kelompok yang masing-masing terdiri dari 3 ekor tikus (setiap ekor mewakili sebagai ulangan), yang kemudian diberi 3 perlakuan yaitu pemberian air minum biasa (AB), pemberian minuman probiotik susu kambing (MPSK), dengan 3 kali ulangan.

c. Pelaksanaan Penelitian

1. Persiapan starter

Persiapan starter dilakukan dengan memodifikasi metode Setyaningsih (1992). Kultur bakteri yang akan digunakan *Lactobacillus casei* dipindahkan ke tabung reaksi berisi

media MRS Broth steril. Dari MRS Broth steril sebanyak 1 sampai 2 tetes ditumbuhkan ke dalam susu skim 5% (b/v) yang telah disterilisasi pada suhu 121°C selama 15 menit dan diinkubasi selama dua hari pada suhu 37°C. Kultur ini disebut kultur induk. Selanjutnya dari kultur induk diinokulasikan ke media yang sama yaitu sebanyak 4% (v/v) dan diinkubasi selama 48 jam pada suhu 37°C sehingga dihasilkan kultur antara. Selanjutnya kultur antara diinokulasikan sebanyak 4% (v/v) ke dalam media yang sama dengan penambahan glukosa 3% (b/v) untuk mendapatkan kultur kerja. Pada proses pembuatan minuman probiotik atau yakult susu kambing, persen kultur kerja sesuai perlakuan (v/v) akan digunakan sebagai starter atau inokulum.

2. Pembuatan minuman probiotik dari susu kambing

Proses pembuatan minuman probiotik susu kambing diterapkan dengan memodifikasi metode pembuatan yakult oleh Yakult Central Institute for Microbiological Research. Didalam pembuatannya digunakan susu kambing segar. Kemudian ditambahkan glukosa 10%, campuran diaduk merata (dihomogenisasi), lalu dipasteurisasi pada suhu 60°C sampai 65°C selama 15 menit, kemudian didinginkan hingga suhu 37°C. Selanjutnya diinokulasi kultur kerja *Lactobacillus casei* sesuai perlakuan (v/v) yakni, 3%, 4%, dan 5% dan diinkubasi pada suhu 37°C selama waktu yang ditentukan dalam perlakuan (jam) yakni, 24 jam.

Pengamatan

Potensi Gizi Minuman Probiotik Dari Susu Kambing Secara Invivo

Penelitian ini dilakukan menggunakan 100 ekor tikus jenis *Mus Musculus. L.*, jantan yang berumur 2 bulan yang baru disapih dengan berat rata-rata 20 gram. Sebelum percobaan dimulai, tikus diadaptasikan di lingkungan laboratorium selama 7 hari. Pada masa adaptasi, tikus diberi ransum biasa dan pemberian minuman dilakukan secara *force feeding* (adaptasi cekok) untuk membiasakan tikus pada saat diberikan perlakuan. Tikus-tikus tersebut dibagi dalam lima kelompok, masing-masing kelompok terdiri dari 20 ekor tikus. Perbedaan berat badan antar kelompok tidak boleh lebih dari 10 g dan variasi berat badan dalam setiap kelompok tidak boleh lebih dari 5 g. Tikus beri pakan dan minum secara *ad libitum* setiap hari, tetapi pada saat diberi perlakuan minuman dilakukan secara cekok. Hal ini untuk memudahkan jumlah dosis perlakuan yang harus diberikan ke tikus setiap harinya, sedangkan ransum yang diberikan yaitu ransum biasa. Pemberian ransum diberikan setiap pagi hari yaitu sekitar 10% dari rerata berat badan tikus.

Perlakuan pemberian minuman air biasa (AB), Minuman probiotik susu kambing (MPSK) selama 21 hari dilakukan secara *force feeding* (cekok), dosis yang diberikan berdasarkan jumlah berat badan tikus setelah dilakukan penimbangan setiap pagi hari. Setelah diketahui berat badannya, penentuan untuk pemberian perlakuan minuman yaitu berdasarkan berat badan tikus yang dikalikan dengan dosis 0,01 ml/kg berat badan. *Force feeding* dilakukan setiap hari yaitu pada pagi dan siang hari, sebelum perlakuan *force feeding* tikus ditimbang berat badannya terlebih dahulu untuk mengetahui jumlah dosis yang harus diberikan ke tikus. Untuk mengevaluasi kesehatan tikus maka dilakukan penimbangan

berat badan selama percobaan, penimbangan dilakukan setiap hari sebelum pemberian perlakuan yaitu dari awal sebelum percobaan dimulai sampai pada waktu proses pembedahan. Data berat badan kemudian ditabulasi untuk mengetahui perkembangan dan penambahan berat badan.

Pengamatan total bakteri asam laktat

Analisa total bakteri asam laktat dilakukan segera setelah *digesta* dari usus tikus yang sudah dibedah pada hari ke-21. Sebelum dibedah terlebih dahulu tikus dibius agar memudahkan pengambilan sampel tikus percobaan. Pengambilan *digesta* dari usus besar dilakukan setelah tikus dibedah isi perutnya. Sampel *digesta* dari usus besar dikumpulkan secara aseptis sebanyak 1 gram, kemudian *digesta* tikus diencerkan pada tabung uji steril menjadi 10^{-1} - 10^{-8} dengan menggunakan larutan pengenceran dengan menggunakan larutan pengenceran garam fisiologis (NaCl 0,85%) sebanyak 9 ml. Dari pengenceran yang dikehendaki diambil 1 ml sampel dengan menggunakan mikro pipet, kemudian dimasukkan ke dalam cawan petri steril yang kemudian ditambahkan 15 ml MRS agar steril sebagai media pertumbuhannya. Kemudian cawan diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam dalam kondisi cawan terbalik dan kemudian dihitung koloni yang tumbuh. Total koloni yang terhitung harus memenuhi *Standar International Commition Microbiology Spesification of Food* (ICMSF), yaitu antara 30-300 koloni per cawan petri. Hasil perhitungan mikroflora dinyatakan dalam \log_{10} koloni per gram berat basah *digesta*.

Pengamatan total bakteri koloform

Analisa terhadap total *coliform* seperti pada analisa total bakteri asam laktat hanya saja media yang digunakan untuk pertumbuhan *coliform* adalah *Eosil Metilen Blue Agar* (EMBA). Pengambilan *digesta* dari usus besar dilakukan setelah tikus dibedah isi perutnya. Sampel *digesta* dari usus besar dikumpulkan secara aseptis sebanyak 1 gram, kemudian *digesta* tikus diencerkan pada tabung uji steril menjadi 10^{-1} - 10^{-7} dengan menggunakan larutan pengenceran garam fisiologis (NaCl 0,85%) sebanyak 9 ml. Dari pengenceran yang dikehendaki diambil 1 ml sampel dengan menggunakan mikro pipet, kemudian dimasukkan ke dalam cawan petri steril yang kemudian ditambahkan 15 ml EMBA steril sebagai media pertumbuhannya. Kemudian cawan diinkubasi secara aerobik pada suhu 37°C selama 24 jam dalam kondisi cawan terbalik dan kemudian dihitung koloni yang tumbuh. Total koloni yang terhitung harus memenuhi *Standar International Commition Mikrobiology Spesification of Food* (ICMSF), yaitu antara 30-300 koloni per cawan petri. Hasil perhitungan dinyatakan dalam \log_{10} koloni per gram berat basah *digesta*.

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan, kemudian ditabulasikan, dan dianalisis secara deskriptif, dengan melihat nilai rata-rata, standar deviasi, kuartil, median, nilai terbesar dan terkecil, kemudian disajikan dalam bentuk histogram.

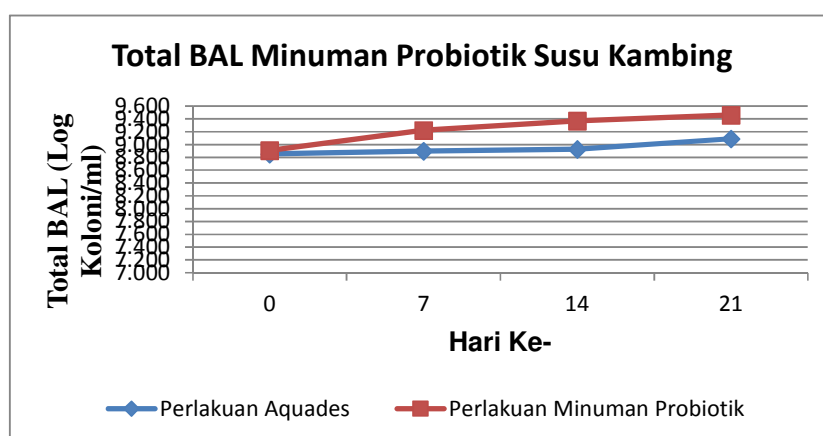
HASIL DAN PEMBAHASAN

Potensi Gizi Minuman Probiotik dari susu kambing secara Invivo

Potensi mutu probiotik secara invivo, dilakukan pada tikus percobaan dengan memberikan 2 jenis air minum, yakni air minum biasa (air mineral), dan minuman probiotik susu kambing. Pemberian minuman dilakukan secara force feeding (cekok).

Pengamatan Total Bakteri Asam Laktat

Pemberian minuman probiotik susu kambing diberikan ke tikus percobaan mulai hari ke 1, sampai hari ke 21. Pemberian minuman probiotik susu kambing pada tikus percobaan diberikan selama 21 hari, dan pengamatan dilakukan setiap 7 hari. setiap hari tikus percobaan diberikan 2 kali minuman dengan perlakuan dan tanpa perlakuan, kemudian pada hari ke tujuh tikus dibedah untuk melihat jumlah Bakteri asam Laktat. Data jumlah bakteri asam laktat pada digesta tikus percobaan dari kedua jenis minuman dapat dilihat pada Gambar 1. dan Tabel 1 dibawah ini.



Gambar 1. Grafik jumlah Bakteri Asam laktat pada digesta tikus percobaan yang diberi air minum biasa dan minuman probiotik

Tabel 1. Data Bakteri Asam Laktat hasil percobaan pada tikus yang diberi minuman biasa dan minuman probiotik, hari ke 0 sampai hari ke 21

Hari ke-	Keterangan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
		1	2	3		
0	Aquades	8.863	8.924	8.778	26.565	8.855
	Minuman Probiotik	8.869	8.892	8.968	26.729	8.910
7	AquaZ AQ SGWS des	8.944	8.820	8.929	26.693	8.898
	Minuman Probiotik	9.196	9.236	9.233	27.665	9.222
14	Aquades	8.934	8.934	8.908	26.776	8.925
	Minuman Probiotik	9.369	9.360	9.378	28.107	9.369
21	Aquades	9.043	9.045	9.188	27.276	9.092
	Minuman Probiotik	9.467	9.442	9.471	28.38	9.460

Standar jumlah mikroflora dalam produk probiotik yang ditetapkan di beberapa Negara di dunia *The Fermented Milk and Lactic Acid Beverages Association* di Jepang telah menetapkan minuman bifidobakteri dan laktobasili hidup bagi produk mengandung jumlah sebesar 10^7 cfu/ml produk, sedangkan *Swiss Food Regulation* di Swiss menetapkan standar minimum sebesar 10^6 cfu/ml untuk produk sejenis (Shin *et. al.*, 2000). Pada penelitian ini jumlah bakteri asam laktat dalam produk mencapai 10^9 CFU koloni/gram. Hal ini disebabkan karena asam laktat mampu merangsang gerak peristaltik hampir pada semua bagian dalam usus halus. Rangsangan tersebut berfungsi mengurangi gejala konstipasi serta mengeluarkan bakteri-bakteri merugikan dari dalam usus sebelum bakteri merugikan tersebut sempat tumbuh (Yukuchi *et. al.*, 1992).

Dalam usus besar, terdapat bakteri yang menguntungkan seperti *Bifidobacteria* dan *Lactobacillus* serta kemungkinan juga terdapat bakteri patogen seperti *E. Coli*, *salmonella*, dan *Clostridium*. Bakteri patogen tidak dapat mengonsumsi laktulosa, tetapi laktulosa menstimulasi pertumbuhan bakteri yang menguntungkan sehingga jumlahnya akan mendesak dan menggantikan bakteri patogen. Laktulosa adalah karbohidrat sintetik dengan pengaruh prebiotik dan dibuat dari fruktosa dan galaktosa atau nutrient ideal untuk perkecambahan *Bifidobacteria* dan *Lactobacillus* (Anonim, 2004). Menurut Prangdimurti (2001), ada sekitar 100 spesies dan lebih dari 10^{14} bakteri yang terdapat dalam saluran pencernaan termasuk bakteri-bakteri patogen dan bakteri yang menguntungkan. Dengan banyaknya jumlah bakteri asam laktat pada digesta yang rata-rata mencapai 10^9 CFU koloni/gram, menunjukkan bahwa bakteri asam laktat pada minuman probiotik susu kambing lebih dominan dibandingkan dengan bakteri patogen sehingga BAL mampu bertahan hidup dalam kondisi di sepanjang saluran pencernaan terutama terhadap pH atau keasaman lambung pada tikus percobaan. Lambung manusia maupun hewan hanya mengandung bakteri yang tahan terhadap asam karena pH atau keasaman lambung yang sangat rendah (Waspodo, 2001).

Tingginya jumlah total BAL digesta pada perlakuan minuman probiotik susu kambing setelah 21 hari diduga karena adanya asupan bakteri asam laktat *L.casei* dari produk ke dalam saluran pencernaan tikus. *Lactobacillus* mampu memproduksi asam laktat lebih dari 50% dari fermentasi glukosa, tahan terhadap asam, tumbuh baik pada pH 5,5, tidak memproduksi indol maupun H_2S . Kebanyakan *Lactobacillus* tidak bersifat patogen, dan ditemukan pada produk fermentasi yang mengandung gula serta saluran pencernaan hewan dan manusia (Salminen dan Wright, 1993). Buckle *et.al.* (1987), melaporkan bahwa adanya kegiatan mikroorganisme yang menghasilkan asam laktat, dapat menurunkan pH susu menjadi 3,0 sampai 3,5. Menurut Margawani (1995), *Lactobacillus casei* adalah galur unggul yang mudah dan cocok untuk dikembangkan dalam minuman dasar susu. Selain bakteri ini mampu bertahan dari pengaruh asam lambung, juga mampu bertahan dalam cairan empedu sehingga mampu bertahan hidup hingga usus halus. Pada penelitian yang dilakukan Yuki *et.al.* (1999) terhadap feses sukarelawan yang telah mengonsumsi produk susu fermentasi *L. casei* galur *shirota* hidup sebanyak 10^{10} selama 3 hari berturut-turut, ternyata pada feses sukarelawan tersebut mengandung *L.casei* galur *shirota* hidup

sebanyak 10^7 per gram feses. Hal ini menunjukkan bahwa *L.casei* galur *shiota* mampu melewati saluran pencernaan dalam keadaan hidup.

Menurut peneliti Rusia Metchinkoff *Lactobacillus* dan perkembangan fungsi probiotik menjadi dasar pentingnya penggunaan yogurt (susu asam/ fermentasi) untuk kesehatan. Manfaat yang berhasil digali dari penemuan probiotik ini adalah pengaktifan sistem kekebalan tubuh, pencegahan kanker, juga bekerja sebagai bahan aktif anti tumor. Vitamin dan asam laktat yang dihasilkan dapat berfungsi sebagai antioksidan dan menekan pertumbuhan bakteri *coliform* dan *Clostridium perfringens* penyebab radang usus serta beberapa bakteri patogen lainnya, serta terdapat golongan bakteri yaitu bakteri yang menguntungkan, seperti *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, atau *Eubacterium*. Disebut bakteri menguntungkan karena keberadaannya banyak membantu kehidupan kita, terutama masalah pencernaan. Manfaat lain seperti mengurangi kadar kolesterol pada makanan atau memperbaiki rasio LDL (kolesterol jahat) dan HDL (kolesterol baik) dalam tubuh. Jenis bakteri baik yang memenuhi dinding usus juga akan membuat bakteri tidak menguntungkan penyebab penyakit (patogen) sulit berkembang biak. Di dalam usus, kelompok bakteri menguntungkan dan kelompok bakteri merugikan selalu hidup berdampingan, kedua bakteri tersebut berkompetisi untuk dominan hidup dalam sistem pencernaan (Anonim, 2008).

Tingginya jumlah total bakteri asam laktat digesta tikus yang diberi perlakuan minuman probiotik susu kambing juga disebabkan karena kemampuan bakteri asam laktat yang sangat baik dalam bersaing dengan mikroba lain. Mikroba yang tidak tahan terhadap kondisi asam akan mati, sedangkan mikroba yang tahan terhadap kondisi asam akan berkembangbiak. Bakteri yang tidak tahan terhadap asam seperti *coliform*, *clostridia*, *streptococcus*, dan *proteus*. Keadaan yang semakin asam juga mampu menyeleksi jenis mikroba yang terdapat didalam saluran pencernaan. Kesehatan usus besar tergantung pada seberapa banyak bakteri bermanfaat yang ada di dalam tubuh. Kesehatan usus besar sangat dipengaruhi oleh keseimbangan *lactobacilli* dan bakteri patogen. Menurut Moeljanto (1990) dalam kondisi seimbang, usus besar mengandung 85% *laktobasili* dan 14% bakteri patogen.

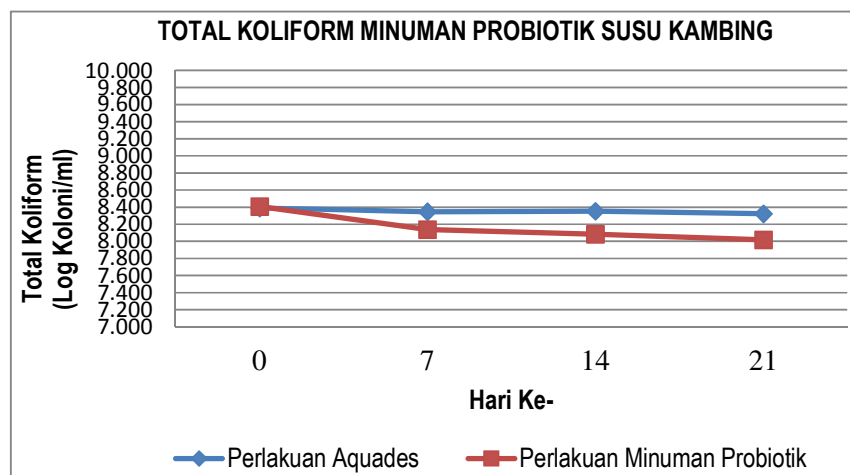
Pada perlakuan pemberian minuman air mineral, Jumlah bakteri asam laktat lebih kecil dibandingkan pemberian minuman probiotik. Hal ini diduga karena minuman probiotik susu kambing mempunyai *fluorine* yang berfungsi sebagai antiseptik, dapat membantu menekan perkembangbiakan bakteri jahat didalam tubuh, membantu pencernaan serta menetralkan asam lambung (Damayanti, R. M dan B. W. Wiryanta. 2002). Keberadaan substrat pada proses fermentasi sangat mempengaruhi pertumbuhan bakteri asam laktat (Sulistiarni, 2005). Dengan mengkonsumsi bahan pangan yang mengandung karbohidrat, dapat mengakibatkan keseimbangan mikroflora di dalam usus. Untuk menjaga keadaan usus selalu sehat, maka keseimbangan bakteri-bakteri dalam usus harus dijaga dengan cara meningkatkan jumlah bakteri yang menguntungkan di dalam usus.

Pemberian air mineral biasa kepada tikus percobaan menghasilkan nilai log total bakteri asam laktat yang relatif rendah dibandingkan dengan minuman probiotik susu kambing. Hal ini diduga karena tikus yang diberi air minum biasa cenderung memiliki flora

normal khususnya bakteri asam laktat, sehingga pemberian air biasa tidak berpengaruh nyata terhadap kehidupan mikroflora di usus tikus percobaan. Dugaan lain, air minum biasa tidak mengandung bakteri asam laktat sehingga tidak dapat memberikan asupan terhadap penambahan bakteri asam laktat dalam saluran pencernaan. Keadaan ini sangat berbeda dengan tikus yang diberi perlakuan minuman probiotik susu kambing yang mendapatkan asupan bakteri asam laktat yaitu *L. casei* dari luar sehingga bakteri asam laktat lebih banyak dibandingkan air biasa (kontrol).

Pengamatan total bakteri koliform

Jumlah bakteri koliform yang hidup pada digesta tikus percobaan, mulai hari ke 0 sampai hari ke 21, terlihat menurun. Penurunan jumlah koliform ini disebabkan pada tikus yang diberikan minuman probiotik mengalami peningkatan system pencernaan yang lebih baik dibandingkan dengan tikus yang diberikan minuman air mineral biasa. Bakteri asam laktat yang mendominasi hidupnya pada digesta tikus percobaan lebih bertahan hidup dan kemudian dapat mengurangi jumlah bakteri koliform. Hal ini merupakan pertanda yang baik, karena dapat dilihat dari penampakan tikus percobaan yang lebih sehat dibandingkan dengan tikus yang diberi minuman air mineral. Data hasil penelitian jumlah koliform pada digesta tikus percobaan dapat dilihat pada Gambar 2, dan Tabel 2 dibawah ini:



Gambar 4. Grafik Total bakteri koliform digesta tikus percobaan

Tabel 2. Jumlah bakteri koliform pada digesta tikus dengan pemberian aquades dan minuman probiotik susu kambing

Hari ke-	Keterangan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
		1	2	3		
0	Aquades	8.346	8.378	8.456	25.180	8.393
	Minuman Probiotik	8.384	8.407	8.433	25.224	8.408
7	Aquades	8.384	8.312	8.344	25.040	8.347
	Minuman Probiotik	8.158	8.114	8.149	24.421	8.140

14	Aquades	8.305	8.316	8.442	25.063	8.354
	Minuman Probiotik	8.079	8.083	8.083	24.245	8.082
21	Aquades	8.314	8.301	8.358	24.973	8.324
	Minuman Probiotik	8.021	7.996	8.033	24.05	8.017

Dari grafik diatas menunjukkan log total *coliform* digesta tikus percobaan pada perlakuan minuman probiotik susu kambing lebih rendah dibandingkan dengan tikus ang diberi air minum aquades. Bakteri asam laktat pada minuman probiotik dapat menghasilkan senyawa-senyawa antimikroba seperti asam-asam organik, hydrogen peroksida dan bakteriosin yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen dalam usus. Senyawa antimikroba juga memberikan peranan penting dalam menyokong pertumbuhan bakteri asam laktat dalam saluran pencernaan sehingga populasinya menjadi meningkat.

Asam-asam organik (asetat, laktat, malat, sitrat dan sebagainya) yang dihasilkan selama proses fermentasi dapat menghambat mikroorganisme melalui penurunan pH dan bereaksi langsung sebagai antimikroba dalam bentuk yang tidak terdisosiasi. Nilai pH rendah yang dicapai menentukan aktifitas penghambatan terhadap bakteri patogen dari asam yang dihasilkan. Bakteri asam laktat yang bertahan hidup pada tingkat keasaman yang rendah berperan dalam sekresi antimikroba. Asam-asam organik juga memiliki daya antimikrobal terhadap bakteri patogen dan bakteri pembusuk. Mekanisme penghambatan bakteri oleh asam-asam organik berhubungan dengan keseimbangan asam basa, penambahan proton, dan produksi energi oleh sel. Keseimbangan asam-basa pada sel mikroba ditunjukkan dengan pH mendekati normal. Interaksi dengan senyawa kimia akan mengganggu keseimbangan asam-basa dan mengakibatkan kerusakan sel. Protein, asam nukleat dan fosfolipid dapat rusak oleh pH. Ketersediaan oleh ion-ion logam juga akan mengganggu permeabilitas membran karena membrane kurang permeabel terhadap ion dibandingkan dengan molekul yang tidak bermuatan. Perubahan permeabilitas membran akan menghasilkan efek ganda yaitu mengganggu transport nutrisi ke dalam sel dan menyebabkan metabolit internal keluar dari sel (Davidson, 1993). *Coliform* memiliki sifat fakultative anaerob yaitu bakteri yang normal dalam pernafasan aerobik memproduksi ATP (*Adenosine Triphosphate*, sebuah monomer yang berfungsi sebagai media transportasi energi kimia antar sel dalam makhluk hidup) apabila dalam lingkungannya tersedia oksigen. Apabila oksigen tidak tersedia, organisme ini dapat berubah menjadi pemproduksi asam laktat dan alkohol atau yang dikenal dengan nama fermentasi. *Coliform* aktif tumbuh pada suhu sekitar 37°C. Organisme ini dapat menyebabkan pembusukan yang cepat pada susu karena mampu melakukan fermentasi pada laktosa pada suhu sekitar 35° C dan sekaligus juga memproduksi asam dan gas, selain itu *coliform* juga mampu mendegradasi protein pada susu. Bakteri asam laktat dapat menurunkan ketahanannya jika kondisi fisik dari inangnya sedang terganggu (Moeljanto, 1990). Apabila jumlah bakteri asam laktat dalam saluran pencernaan menurun maka memberikan peluang bagi pertumbuhan bakteri patogen akan tumbuh di dalam saluran pencernaan.

KESIMPULAN

1. Minuman probiotik susu kambing dapat meningkatkan jumlah bakteri asam laktat pada digesta tikus percobaan, sampai hari ke 21 menjadi 9.460 koloni/gram, atau 460×10^9 CFU/ml.
2. Pemberian minuman probiotik susu kambing, dapat menurunkan total bakteri coliform didalam digesta tikus percobaan
3. Mutu *in vivo* minuman probiotik susu kambing secara keseluruhan dapat dikatakan bermutu tinggi, karena dapat meningkatkan jumlah total bakteri asam laktat pada digesta tikus percobaan, dan dapat bertahan hidup sampai pada percobaan hari ke 21.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini saya mengucapkan terimakasih kepada Universitas Lampung yang telah memberikan dana penelitian lewat Skim Desentralisasi Hibah Bersaing Tahun 2013.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2004. *Microbs in the Intestine : Our Lifelong Patners*. Yakult Honsha Co. Ltd., Tokyo. Japan. Anonim,
- Anonim, 2008. *Microbes in The Inestine: Our Lifelong Patners*. Yakult Honsha co. Ltd., Tokyo. Japan. Diakses tanggal 15 Februari 2008.
- Boycheva S, Dimitriv T, Naydenova N, Mihaylova G, 2011. Quality characteristics of Yoghurt from goat's milk, supplemented with fruit juice. *Czech J Food Sci* 29:24-30.
- Damayanti, R. M dan B. W. Wiryanta. 2002. *Khasiat dan Manfaat Susu Kambing*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Devandra, J. M. 1997. *Kimia Makanan*. Edisi Kedua. Penerbit Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Indriyani. 2003. Pengaruh penambahan glukosa dan lama fermentasi terhadap karakteristik minuman laktat dari susu yang difermentasi oleh *Lactobacillus Casei*. Skripsi FP. Unila. Bandar Lampung. Jenie, B.S.L. 1996. Peranan Bakteri Asam Laktat sebagai Pengawet Hayati Makanan. *Jurnal Umum Teknologi Pangan*. Vol.2, hal 60-73.
- Kustyawati ME, Susilawati, Dewi Tobing, dan Trimaryanto. 2012. Profil Asam Lemak dan Asam Amino susu kambing segar dan Terfermentasi. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, Vol.XXIII No.1 Tahun 2012.
- Moeljanto TD, Wiryanto BTW. 2002. *Khasiat dan Manfaat Susu Kambing Terbaik dari Hewan Ruminansia*. PT. Agro Media Pustaka.
- Prangdimurti, E. Desember 2001. Probiotik dan efek perlindungannya terhadap kanker kolon. *Makalah Falsafah Sains*. Program Pasca sarjana. IPB. Bogor.
- Salminen, S dan Atte Von Wright. 1993. *Lactic Acid Bacteria*. Marcell Dekker, Inc. New York.
- Yakult Honsha Co. Ltd. 2001. *Food And Beverage*. Benefits of *Lactobacillus casei* strain *Shirota and Bifidobacterium breve* strain yakult. [Http : // www. Yakult. Co. Jp/ company/ food 4/ index. Htm](http://www.Yakult.Co.Jp/company/food4/index.Htm). 16 Februari 2008.

- Yuki . 1999. Probiotics. A Publication of The Institute Of Food Technologists Expert Panel on Food Safety dan Nutrition. Food Technology Vol. 53 No. 11.
- Yukuchi. W. 1993. Hypo-allergenic and therapeutic significance of goat milk. J.Small Ruminant Res. 14:151-159.

T2-PI 06

PRESERVASI TERI NASI (*STOLEPHORUS* SPP) DENGAN TREHALOSA

Preservation of Anchovy (Stolephorus Spp.) with Trehalose

Dhanang Puspita^{a*}, Paulus Damar Bayu Murti^b

^{a,b}Prodi Teknologi Pangan, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Kristen Satya Wacana
Jalan Kartini No 11 A, Salatiga, Indonesia

*Email: dhavedhanang@gmail.com

ABSTRACT

Indonesia as a maritime country, so it has the potential for abundant marine products. Abundant marine products often not matched by good processing, so that the product is less than optimal. Anchovy rice is one of the catch that is very abundant in the waters of Indonesia. Poor processing post-capture and processing would degrade the quality of the product, so its economic value also fell. The current processing and preservation teri nasi largely conventional, such as; salting and drying. The purpose of preservation is to increase the shelf life and maintain the physical and chemical properties. Trehalose is one type of sugar that can be used for preservation teri rice. Utilization of trehalose for preservation capable of protecting the physical and chemical consistency of anchovies fate, so as to provide added value.

Keywords: preservation, anchovy, Trehalose.

ABSTRAK

Indonesia sebagai negara maritim, sehingga memiliki potensi hasil laut yang melimpah. Hasil laut yang melimpah acapkali tidak diimbangi dengan pengolahan yang baik, sehingga produknya kurang optimal. Ikan teri nasi adalah salah satu hasil tangkapan yang sangat melimpah di perairan Indonesia. Pengolahan yang kurang baik pasca penangkapan dan pengolahan akan menurunkan kualitas produk, sehingga nilai ekonominya juga turun. Saat ini pengolahan dan preservasi teri nasi sebagian besar secara konvensional, seperti; penggaraman dan pengeringan. Tujuan dari preservasi adalah untuk meningkatkan daya simpan dan mempertahankan sifat fisik dan kimia. Trehalosa adalah salah satu jenis gula yang bisa digunakan untuk preservasi teri nasi. Pemanfaatan trehalosa untuk preservasi mampu melindungi konsistensi fisik dan kimia dari teri nasi, sehingga mampu memberikan nilai tambah.

Kata kunci: preservasi, teri nasi, Trehalosa.

PENDAHULUAN

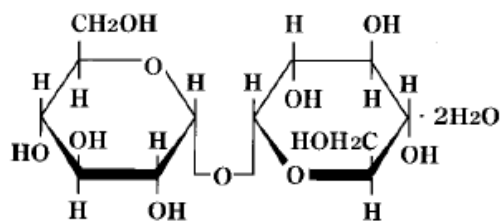
Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki laut yang sangat luas. Luasnya lautan yang di miliki Indonesia menjadi potensi sumber daya ikan yang melimpah. Diperkirakan hasil tangkapan ikan di Indonesia mencapai 6,7 juta ton per tahunnya (Faridz, 2007). Ikan teri nasi adalah salah satu produk hasil laut yang diperhitungkan nilai ekonomisnya dari 55 spesies ikan yang bernilai ekonomis tinggi. Berdasar data dari Dirjen Perikanan, menunjukkan adanya kenaikan produksi ikan teri nasi sebesar 11,73% selama 1990 - 1993, sedangkan pada tahun 2001 sebanyak 1,89 juta kg sudah masuk dalam pasaran ekspor. Dalam satu tahun menurut Rahmawati *et al*, 2013 ikan teri nasi ditangkap sebanyak 931 ton. Pada tahun 2010 jumlah ekspor ikan teri nasi sebanyak 2.022.555 kg dengan nilai US\$ 13.609.463 (Dirjen Perikanan, 2010)

Ikan teri nasi sangat familiar bagi penduduk Indonesia, ada yang menyebut dengan nama teri atau teri medan. Teri nasi berasal dari keluarga *Stolephorus* yang ditandai adanya sisik abdominal yang berujung tajam (*abdominal scute*). Pada lunas dan mulutnya lebar dengan moncong yang menonjol dan rahang yang dilengkapi dengan dua tulang tambahan. Ikan teri bersifat pelagis dan habitatnya di perairan pesisir dan eustaria, tetapi beberapa jenis dapat hidup pada salinitas rendah antara 10 – 15‰. Ikan jenis ini bergerombol dari ratusan hingga ribuan ekor (Hutomo dalam Faridz 2007). Sebagai ikan pelagis, maka pada daerah yang terjadi proses penaikkan massa air (*upwelling*), sumberdaya ini dapat membentuk biomassa yang besar (Csirke 1988).

Kandungan gizi teri segar meliputi energi 77 kkal; protein 16 gr; lemak 1,0 gr; kalsium 500 mg; fosfor 500 mg; besi 1,0 mg; Vit A RE 47; dan Vit B 0,1 mg (Djuhandi, 1981). Besarnya nilai gizi pada teri nasi membuat besarnya permintaan pasar baik dari dalam atau luar negeri akan teri nasi menjadikan ikan ini dituntut akan kualitasnya. Kelemahan yang terjadi saat ini adalah penanganan pasca penangkapan dan pengolahan teri nasi, karena kualitasnya semakin menurun. Menurut (Santoso 1998) kerusakan pada produk perikanan adalah adanya aktivitas mikroorganisme dan perubahan fisik dan kimia ikan, penyebabnya antara lain; (1) Tubuh ikan mengandung kadar air tinggi (80%) dan pH tubuh mendekati netral, sehingga memudahkan tumbuhnya bakteri pembusuk. (2) Daging ikan mengandung asam lemak tak jenuh berkadar tinggi, yang sifatnya mudah mengalami proses oksidasi sehingga seringkali menimbulkan bau tengik, (3) Jaringan ikat pada daging ikan sangat sedikit sehingga cepat menjadi lunak dan mikroorganisme cepat berkembang.

Saat ini pengolahan teri nasi sebagian besar masih secara konvensional; yakni dengan perebusan, penggaraman, pengeringan lalu pembekuan. Hanya industri besar yang sudah melakukan pengolahan secara modern untuk mempertahankan atau meningkatkan mutu teri nasi. Salah satu cara untuk meningkatkan kualitas teri nasi adalah dengan cara pengawetan. Pengawetan bertujuan untuk meningkatkan daya simpan dan mempertahankan sifat fisik dan kimia. Penambahan bahan tambahan pangan (BTP) menjadi salah satu cara untuk mengawetkan teri nasi. Trehalosa adalah salah satu jenis bahan tambahan pangan yang bisa dijadikan untuk mengawetkan teri nasi.

Trehalosa (Gambar 1) adalah gula alami yang terdapat di alam, yang memiliki fungsi mirip dengan sukrosa namun dengan kestabilan yang lebih tinggi dan kemanisan yang lebih lembut. Trehalosa dapat digunakan oleh berbagai perusahaan makanan guna meningkatkan kualitas produknya ataupun inovasi produk baru. Trehalosa adalah disakarida tak tereduksi yang mengandung 2 molekul glukosa α , α -1,1 (Svanström, 2013) yang mampu memberikan proses yang sempurna dan kestabilan produk akhir. Trehalosa tidak toksik dan bersifat krioprotektan dengan cara menggantikan atau berasosiasi dengan ikatan air, dan trehalosa dapat melindungi membran sel dengan cara mengikat air ke protein dan ke ujung polar dari fosfolipid pada membran sel lebih kuat dibandingkan dengan ikatan air tanpa tambahan trehalosa.



Gambar 1. Struktur Molekul Trehalosa (Nabors, 2001)

Dalam industri makanan, penambahan trehalosa dalam makanan berfungsi untuk 1. mencegah penurunan kualitas pati, 2. mencegah denaturasi protein selama proses produksi, penyimpanan dan distribusi sehingga kualitas makanan menurun. 3. Mencegah penurunan kualitas lemak akibat oksidasi. 4. stabilisasi vitamin-vitamin selama pemanasan terutama vitamin E. Juga mencegah oksidasi, degradasi atau browning dari vitamin C karena interaksi dengan mineral 5. interaksi dengan mineral seperti mineral-mineral alkali (kalsium dan magnesium) agar tidak keluar dari daging atau sayuran. 6. menekan bau dan rasa yang kurang enak karena mencegah terbentuknya amino, aldehida dan sulfide (belerang). 7. meningkatkan rasa dan aroma 8. menghilangkan kerusakan akibat proses pembekuan atau thawing dimana air yang berubah menjadi kristal es akan merusak komposisi makanan, dan Trehalosae akan menghilangkan atau mengurangi ukuran kristal yang terbentuk selama proses pembekuan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui peranan trehalosa dalam pengawetan teri nasi.

BAHAN DAN METODE

Pengolahan Teri Nasi

Ikan teri nasi kering dengan kandungan air 36 - 40% direndam dalam air bersih yang berisi larutan (A) yang berisi garam 5,7%, Sodium asetat 0,34% dan trisodium pirophosphat 2,55% selama 45 menit. Usai direndam dalam larutan (A) kemudian direndam dalam larutan (B) yang berisi trehalosa 0,85%. Usai dilakukan perendaman, kemudian teri nasi ditiriskan dan dilakukan perebusan dengan larutan A selama 5 menit pada suhu 100°C kemudian direbus dengan larutan B selama 5 menit dengan suhu 90°C. Usai direbus kemudian teri

nasi ditiriskan, lalu didinginkan dalam lorong pendingin dan dikemas dengan kondisi kedap udara. Kemasan teri nasi kemudian disimpan pada ruang pendingin pada suhu $-18 - -20^{\circ}\text{C}$.

Analisa TPC

Teri nasi sebelum dan sesudah proses pengolahan dilakukan pengambilan sampel secara acak sebanyak 100 gr. Sampel kemudian dilarutkan 900 ml dalam garam fisiologis lalu di aduk hingga homogen. 1 ml larutan yang dibuat pengenceran 10^3 , 10^4 , dan 10^5 dari hasil pengadukan tersebut kemudian diambil untuk dituang dalam cawan petri yang berisi agar TPC. Inkubasi dilakukan selama 2x24 jam lalu dihitung koloni yang muncul dengan untuk mendapatkan angka CFU.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Teri nasi segar paska penangkapan oleh nelayan akan dimasukan dalam drum yang berisi es batu dan garam. Sesampai di pabrik pengolahan teri nasi akan cuci lalu direbus dalam larutan garam hingga 14%. Setelah direbus kemudian akan dijemur dalam waring/jaring selama 1–2 hari hingga mencapai kadar air dibawah 40%. Setelah kering maka akan dimasukan dalam ruang penyimpanan (*cold storage*) dengan suhu -18°C . Pada saat penjemuran di ruang terbuka rentan terpapar dengan mikroorganisme, sehingga menjadi potensi dalam kerusakan ikan paska pengolahan awal.

Proses pengolahan selanjutnya adalah dengan penambahan bahan tambahan pangan berupa garam, sodium asetat, trisodium pirophosphat, dan trehalosa. Garam digunakan sebagai pengawet atau mencegah bakteri yang tidak tahan dengan kadar garam tinggi. Sodium asetat dan trisodium pirophosphat digunakan untuk menghambat pertumbuhan bakteri. Trehalosa berfungsi untuk menjaga sifat fisika.

Tabel.1 Analisa kimia dan mikrobiologi pada teri nas sebelum dan sesudah pengolahan

Sampel	Sebelum Pengolahan			Sesudah Pengolahan		
	Garam (%)	Air (%)	CFU $10^3/\text{gr}$	Garam (%)	Air (%)	CFU $10^3/\text{gr}$
1	2	38	76	2	70	55
2	2	36	92	2	71	42
3	3	38	88	2	70	34
4	3	38	86	2	73	48
5	3	37	94	2	75	39
rerata	2.6	37.4	87.2	2	71.8	43.6



Gambar 2. Gambar pengolahan teri nasi
A. Teri nasi sebelum di olah, B. Teri nasi yang sudah diolah, C. Pengolahan teri nasi,
D. Teri nasi yang sudah dikemas.

Sebelum pengolahan dan sesudah pengolahan terdapat perbedaan konsentrasi garam, kadar air dan angka lempeng total (TPC). Perbedaan konsentrasi garam disebabkan karena adanya perendaman dengan kadar garam yang lebih sedikit yakni 5,7% sedangkan sebelumnya sebesar 14%. Perbedaan rerata air sebelum pengolahan yakni sebesar 37,4% dan sesudah pengolahan 71,8% karena pada pengolahan sebelumnya dilakukan penjemuran selama 1–2 hari.

Pada pengolahan dengan penambahan BTP tidak dilakukan penjemuran, tetapi hanya penirisan sehingga kadar air bertambah menjadi rerata 71,8%. Angka lempeng total yang menunjukan adanya kandungan bakteri yang dihitung perkoloni dalam 1 gram sampel menunjukan perbedaan yang mencolok. Sebelum pengolahan angka lempeng total pada pengenceran 10^3 rerata 87,2 CFU/gr, sedangkan usai pengolahan rerata sebesar 43,6 CFU/gr. Turunnya angka lempeng total ini dikarenakan ada dua proses yang mampu menurunkan dan menghambat mikroorganisme. Proses yang pertama, yakni penambahan BTP sodium asetat dan trisodium pirophosphat yang mampu menekan dan menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Proses yang kedua yakni pemanasan sebanyak dua kali dengan suhu 100°C dan 90°C masing-masing selama 5 menit.

Kualitas teri nasi tidak hanya ditentukan faktor kimia dan mikrobiologi semata, tetapi ada faktor fisik berkaitan dengan bentuk dan konsistensi teri nasi. Teri nasi yang sudah mengalami banyak perlakuan akan mengalami perubahan komposisi nutrisi dan fisiknya. Bentuk fisik ikan akan menjadi penilaian utama karena pertama kali yang dilihat adalah morfologinya. Teri nasi yang bentuknya masih baik akan menjadi pilihan, dari pada bentuknya yang sudah berubah seperti; patah, bagian kepala hilang, atau penyut. Teri nasi dituntut dalam bentuk utuh untuk sehingga perlu dijaga agar terjaga kualitasnya.

Penambahan trehalosa mampu menjaga konsistensi ikan karena mengandung 2 molekul glukosa α, α -1,1 yang mampu memberikan proses yang sempurna dan kestabilan produk akhir. Seperti terlihat pada gambar 2, pada gambar A teri nasi terlihat kuning keran proses penjemuran, tetapi setelah dilakukan pengolahan dan pengemasan seperti terlihat pada gambar C dan D, maka terinasi akan berubah jauh lebih baik morfologinya seperti ditunjukkan pada gambar A. Pada gambar A, teri nasi sudah terlihat seperti bentuk aslinya dan tidak kering lagi.

Menurut Cheng 1999, selama pengeringan, molekul air akan diganti oleh trehalosa yang membentuk ikatan hidrogen dengan fosfolipid dari membran atau protein, sehingga menstabilkan struktur asli mereka. Trehalosa mudah membentuk pelapis, biostruktur digambarkan sebagai padatan dengan bentuk tidak beraturan dengan viskositas yang sangat tinggi, sehingga akan menyelubungi produk untuk mempertahankan bentuk. Trehalosa mampu mengembalikan dan mempertahankan bentuk teri nasi yang sudah mengalami beberapa perlakuan, sehingga kualitas bisa kembali meningkat.

KESIMPULAN

Trehalosa mampu mengembalikan dan mempertahankan bentuk teri nasi yang sudah dilakukan beberapa kali perlakuan pengolahan, sehingga bisa meningkatkan kualitas fisik ikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prodi Teknologi Pangan, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga karena telah mendukung penulis untuk mempublikasikan hasil penelitian. Mengucapkan terima kasih pula kepada PATPI sebagai medium untuk mempublikasikan hasil penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Cheng.L, Jeelan Moghraby, Peter W. Piper. 1999. *Weak organic acid treatment causes a trehalose accumulation in low-pH cultures of Saccharomyces cerevisiae, not displayed by the more preservative-resistant Zygosaccharomyces bailii*. FEMS Microbiology Letters 170 (1999) 89-95.
- Csirke, J. 1988. *Small Shoalading Fish Stocks*. In J.A Gulland, ed. Fish Population Dynamic, 2nd John Willy and Sons, Chechester. 271-302.
- Faridz.R, HAFiluddin, Ansharri.M. 2007. *Analisis Jumlah Bakteri dan Keberadaan E. Coli pada Pengolahan Ikan Teri Nasi di PT. Kelola Mina Laut Unit Sumenep*. Embryo. Vol.4.No.2. 94-106
- Nabors.L.O. 2001. *Alternative Sweeteners*. Marcel Dekker, Inc.US.
- Rahmawati.M, Fitri A.D.P, dan Wijayanto, D. 2013. *Analysis of catch per unit effort and the Pattern of anchovies (Stolephorus spp.) fishing season in Pematang waters*. Journal of Fisheries Resources Utilization Management and Technology. Vol.2 No.3, 213-222.

Santoso, H.B. 1998. *Ikan Asin*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.

Svanström.A. 2013. *Trehalose Metabolism and Stress Resistance in Aspergillus niger*.
Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences. Department of Microbiology
Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala

T3 - PP

PENGEMBANGAN BAHAN DAN PRODUK PANGAN

JUDUL/PENULIS	KODE
Pola Pembengkakan Dan Kelarutan Tepung Ubi Jalar yang Difermentasi dengan Berbagai Starter <i>Prof. Neti Yuliana</i>	T3-PP 02
Pengaruh suhu dan kondisi pH terhadap Pewarna Serbuk Umbi Bit dengan Metode <i>Foam Mat Drying</i> <i>Ir. Neneng Suliasih, MP</i>	T3-PP 04
Karakterisasi soft Palm Midfraction Sebagai Bahan Baku Untuk Sintesis Cocoa Butter Equivalents Secara Transesterifikasi Enzimatis <i>Dr. Soenar Soekopitojo</i>	T3-PP 06
Pengembangan Pengolahan Minuman Fungsional Daun Black Mulberry Yang Dipengaruhi Perbandingan Air Dengan Daun Teh dan Waktu Maserasi Terhadap Kandungan Tanin dan Teaflavin <i>Dr. Yusman Taufik</i>	T3-PP 07
Potensi Pengolahan Biji Palado (<i>Aglaia</i> sp) sebagai Sumber Karbohidrat Alternatif <i>Syamsul Rahman, M.Si</i>	T3-PP 09
Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat dari Susu Kerbau Pampangan Sumatera Selatan <i>Heni Rizqiati</i>	T3-PP 11
Kajian Pembuatan Sirup Kopi Rempah, Cemilan Biji Kopi Dan Puding Kopi Cokelat <i>Dina Mardhatilah, M.Si</i>	T3-PP 14
Potensi Kacang Gude (<i>Cajanus cajan</i>) Sebagai Minuman Fungsional : Karakteristik Kimia, Sensoris Dan Kapasitas Antioksidan In Vitro <i>Setyaningrum Ariviani, M.Sc</i>	T3-PP 16
Karakteristik BioYoghurt Jagung Bersuplementasi Ekstrak Ubi Jalar <i>Dr. Nur Aini, MP</i>	T3-PP 21
Karakteristik Sensori dan Fisikokimia <i>Fruit Leather</i> Beberapa Jenis Buah <i>Dr. Vita N. Lawalata</i>	T3-PP 23
Pemanfaatan Komponen Saponin Daun Pepaya pada Kelobot Jagung sebagai Pengemas Wajit <i>Sri Wahyuningsih</i>	T3-PP 24
Uji Organoleptik Tepung dan Brownies Berbahan Dasar Tepung Mocaf (<i>Modified Cassava Flour</i>) Terfortifikasi Kalsium dari Cangkang Telur Ayam Ras	T3-PP 29
Karakteristik Serbuk Pewarna Alami dari Daun Suji (<i>Pleomele angustifolia</i> N.E. Brown) <i>Dias Indrasti, M.Sc</i>	T3-PP 31
Penggunaan Bahan Pengganti Telur Dalam Pembuatan Sponge Cake	T3-PP 34

<i>Dr. Elisa Julianti</i>	
Sifat Antibakteri dan Antioksidan Biji Kelor dengan Variasi Pelarut <i>Darimiyya Hidayati, MP</i>	T3-PP 35
Kitosan sebagai Pengawet Alami Bakso Itik Manila (<i>Cairina moschata</i>) <i>Astuti Setyowati</i>	T3-PP 36
Pengaruh Imbangan Tepung Komposit terhadap Karakteristik Fisik Cookies <i>Dr. Een Sukarminah</i>	T3-PP 37
Formulasi Pangan Darurat Berbentuk Foodbars Berbasis Tepung Fillet Putih (<i>Panicum milliceum</i> L.) dan Tepung Kacang Merah (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) dengan Penambahan Sorbitol sebagai Humektan <i>Edhi Nurhartadi, MP</i>	T3-PP 38
Pengaruh Beras Merah, Pati Sagu, dan Rumpun Laut terhadap Karakteristik Bihun <i>Ir. H. Thomas Gozali, MP</i>	T3-PP 39
Pengaruh Bentuk dan Ukuran Pemberasan Butiran Tepung Jagung Tergelatinisasi terhadap Karakteristik Nasi Jagung Instan <i>Sugito, M.Si</i>	T3-PP 42
Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produksi Yogurt yang Difortifikasi dengan Estrak Daun Cincau Hijau (<i>Premna oblongifolia</i> Merr) <i>Dr. Samsu Udayana Nurdin</i>	T3-PP 43
Karakterisasi <i>Edible Film</i> Pektin dengan Penambahan Minyak Atsiri Sereh Dapur (<i>Cymbopogon citratus</i>) <i>Ir. Kawiji, MP</i>	T3-PP 44
Produksi Minuman Fungsional dari Rimpang Rumpun Teki (<i>Cyperus rotundus</i> L.) untuk Mengatasi Masalah Dismenore pada Remaja Putri <i>Dr. Mazarina Devi, M.Si</i>	T3-PP 45

T3-PP 02

POLA PEMBENGKAKAN DAN KELARUTAN TEPUNG UBI JALAR YANG DIFERMENTASI DENGAN BERBAGAI STARTER

Swelling Power and Solubility Pattern of Sweet Potatoes Flour Produced with Different Starters

Neti Yuliana, Sri Setyani, Siti Nurdjanah, Yoan Martinasari and Putri Nabila

Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung
Jl Sumantri Brojonegoro No1 Bandar Lampung-Provinsi Lampung, Indonesia
Email: neti.yuliana@fp.unila.ac.id

ABSTRACT

Swelling power and solubility are among the important properties of flour in application of a product. In this study, the swelling power and solubility pattern at 80°C and 90°C of flour fermented with different starters were determined. Lactobacillus plantarum, Leuconostoc mesenteroides, yeast, and their mixed starters as well as starter from sweetpotatoes pickle, were used as starters in the fermentation of sweetpotatoes during 5 days. Results indicated that fermentation starters had similar pattern on the swelling power and solubility of the flour, mean while, fermentation time had significant effect on these parameters. Fermentation time had effect quadratic pattern on both swelling power and solubility. Longer fermentation time resulted in higher swelling power but decrease after day-4. Similarly, longer fermentation time resulted in lower solubility until day-3.

Key words: Swelling power, solubility, fermented sweetpotatoes flour

ABSTRAK

Daya pembengkakan dan kelarutan merupakan sifat penting tepung dalam penentuan aplikasi suatu produk. Pada studi ini, dipelajari pola pembengkakan dan kelarutan pada suhu 80°C dan 90°C dari tepung fermentasi berbagai kultur. Lactobacillus plantarum, Leuconostoc mesenteroides, khamir, dan campurannya, serta cairan acar ubi jalar, digunakan sebagai starter dalam fermentasi ubi jalar selama 5 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelima starter fermentasi menghasilkan pola daya pembengkakan dan kelarutan tepung yang sama. Sementara, waktu fermentasi memiliki efek yang nyata terhadap parameter tersebut. Waktu fermentasi berpengaruh dan menghasilkan pola kuadratik terhadap daya pembengkakan dan kelarutan. Semakin lama waktu fermentasi, menghasilkan daya pembengkakan semakin tinggi tetapi menurun setelah hari ke 4. Demikian pula, waktu fermentasi yang lebih lama menghasilkan kelarutan semakin menurun sampai hari ke 3.

Kata kunci: daya pembengkakan, kelarutan, tepung ubi jalar fermentasi

PENDAHULUAN

Saat ini, pengembangan tepung termodifikasi secara fermentasi pada ubi jalar belum berkembang seperti halnya pada ubi kayu. Umumnya tahapan proses pembuatan tepung ubijalar belum melibatkan proses fermentasi. Tahapan utama pembuatan tepung ubijalar secara umum adalah pengecilan ukuran, pengeringan dan penepungan. Dengan teknologi seperti ini, tepung yang dihasilkan mempunyai kelemahan sifat fungsional dan derajat putih yang rendah. Menurut Yuan et al., (2008) dan Sugiyono et al., (2011), struktur molekul dan sifat fisik pati ubijalar masih mempunyai kelemahan untuk digunakan sebagai bahan dasar pembuatan mie dan roti. Oleh karena itu, diperlukan suatu proses modifikasi untuk memperluas aplikasi pemanfaatan tepung ubi jalar, misalnya dengan proses fermentasi sebelum proses pembuatan tepung. Fermentasi dapat merubah komposisi kimia dan bagian amorf granula pati sehingga akan memodifikasi sifat fisiko kimia dan reologi pati atau tepung. Modifikasi secara fermentasi masih sangat terbatas penerapannya pada tepung ubijalar. Modifikasi pati dan atau tepung ubijalar yang dilaporkan beberapa peneliti umumnya menggunakan bahan kimia dan enzim (Avula et al., 2007a; Avula et al., 2007b; Truong & Avula, 2010).

Keberhasilan proses fermentasi sebagai media modifikasi suatu pati ataupun tepung tergantung dari banyak faktor, diantaranya adalah jenis starter yang digunakan. Bakteri asam laktat seperti *Lactobacillus plantarum*, *Leuconostoc mesenteroides* dan atau campurannya telah biasa digunakan sebagai starter beberapa fermentasi umbi atau cereal (Ahaotu et al., 2013; Mukisa et al., 2012; Edema, 2010). Selain itu untuk memperbaiki aroma tepung yang dihasilkan telah pula mulai dilakukan penggunaan starter campuran dengan penambahan yeast *Sacharomyces cerevisiae* sebagai kultur (Gunawan et al., 2015; Tefera et al, 2014.).

Aktivitas mikroba selama fermentasi akan menyebabkan kerusakan granula pati sehingga struktur granula menjadi lemah dan porous (Tester & Morrison, 1994). Selain itu, ukuran granula dan komponen kimia ikut berubah karena fermentasi sehingga merubah sifat fisikokimia serta sifat pasta tepung ubi jalar (Yuliana et al., 2014). Starter mikroba yang digunakan dan lama fermentasi dapat mempengaruhi derajat kerusakan granula. Seberapa besar derajat kerusakan granula akan mempengaruhi sifat fisiko kimia tepung misalnya daya pembengkakan dan kelarutan pati. Penelitian Deng et al (2013) terhadap pati ubi jalar yang diproses melalui perendaman menghasilkan struktur granula yang porous dan lemah dan berkontribusi terhadap peningkatan daya pembengkakan granula dibandingkan dengan pati yang diproses secara sentrifugasi.

Sifat fisiko kimia seperti daya pembengkakan dan kelarutan merupakan faktor penting yang menentukan aplikasi suatu tepung. Sifat pembengkakan granula dapat diklasifikasikan sebagai tinggi, sedang, terbatas atau sangat terbatas (Schoch & Maywald, 1968). Lebih lanjut dikatakan pati dengan katagori pembengkakan yang terbatas sangat sesuai untuk pembuatan mie. Oleh karena itu, daya pembengkakan dan kelarutan suatu tepung perlu untuk diketahui. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pola pembengkakan granula tepung ubi jalar yang difermentasi berbagai starter dan difermentasi selama

0,24,48,72 dan 96 jam. Hasil sifat fisikokimia yang diperoleh pada penelitian ini merupakan informasi dasar yang diperlukan untuk perkiraan aplikasinya, sedangkan kondisi proses fermentasi yang diperoleh merupakan dasar yang dapat digunakan untuk perancangan scale-up kondisi proses produksi tepung ubi jalar termodifikasi.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Ubi jalar varietas lokal Ciceh, yang dibeli dari petani di Bandar Jaya, Lampung. *Lb.plantarum* FNCC 0123 dan *Leuconostoc* FNCC dibeli dari Inter University Centre Pangan dan Gizi, Universitas Gajah Mada. *Saccharomyces cerevisiae* dibiakkan dari ragi roti komersial.

Persiapan Starter

Starter *Lb. plantarum* dan *Leuconostoc mesenteroides* disiapkan dengan menginokulasi masing-masing 1 mL kultur murni di 9 Media mL MRS Broth dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam. Masing-masing Kultur kemudian dipropagasi dengan media yang sama dan jumlah sel dalam persiapan ini sekitar 10⁷CFU/mL.

Starter cairan pikel diperoleh dengan cara memfermentasikan potong dadu ubi jalar dalam botol steril yang mengandung 3% saline dan 1% (b / b) larutan sukrosa, selama 7 hari pada 37 ° C (Yuliana dan Nurdjanah 2009). Cairan pikel kemudian digunakan sebagai starter fermentasi ubi jalar.

Proses Fermentasi dan Pembuatan Tepung Ubi Jalar

Ubi jalar disiapkan 4 bagian. Setiap bagian disiapkan sebanyak 1,5 kg ubi jalar, kemudian dikupas dan dicuci bersih di air keran. Ubi jalar kupas kemudian diiris dengan ketebalan 1 mm menggunakan slicer Hobart dan irisan ubi jalar dimasukkan dalam 5L wadah plastik. Sebanyak 4L larutan garam steril yang mengandung 3% natrium klorida dan 1% sukrosa kemudian ditambahkan ke dalam wadah plastik. Empat bagian ubi jalar kemudian masing masing diinokulasi sebanyak 5% (v/v) dengan starter *Lactobacillus plantarum*, *Leuconostoc mesenteroides*, campuran *Lactobacillus plantarum* dan *Leuconostoc mesenteroides*, serta campuran *Lactobacillus plantarum*, *Leuconostoc mesenteroides*, dan yeast, Proses fermentasi dilakukan pada suhu 30±2° C selama 7 hari dalam kondisi aerobik.

Setelah difermentasi, irisan ubi jalar dicuci, ditiriskan dan dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 10-12 jam sampai kadar air mencapai 6-10%. Ubi jalar kering kemudian dibubukkan dengan Hummer Mill dan diayak dengan ukuran saringan 80 mesh. Tepung kemudian dikemas dalam kantong plastik tertutup untuk analisis lebih lanjut.

Daya Pembengkakan dan Kelarutan

Pembengkakan dan kelarutan ditentukan dengan menggunakan metode yang dimodifikasi dari Deng et al., (2013). Larutan tepung (0,1 g tepung basis kering dilarutkan dalam 12,5 ml air destilat) digelatinisasi pada suhu 80°C dan 90°C selama 20 menit dan selalu diaduk untuk menghindari terjadinya gumpalan. Gel yang terbentuk didinginkan pada suhu kamar dan kemudian disentrifugasi pada kecepatan 3000 rpm selama 30 menit. Supernatan secara hati-hati kemudian dipipet dan dipindahkan ke sebuah cawan dan dikeringkan semalam dalam oven pada 105°C. Residu kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang untuk pati larut. Botol dengan pasta sedimen kemudian ditimbang untuk mendapatkan berat granula pati membengkak. Daya pembengkakan granula dihitung sebagai berat sisa larutan yang membengkak (sedimen) pergram tepung (berat kering). Hasilnya diungkapkan oleh perhitungan:

$$\text{Kelarutan (\%)} = \frac{\text{berat pati larut}}{\text{berat sampel secara kering}} \times 100$$

$$\text{Daya bengkak} = \frac{\text{berat pasta sedimen}}{\text{berat sampel pada kering dasar} \times (100 - \% \text{ kelarutan})} \times 100$$

Analisis Data

Seluruh data dihitung rata-rata dan standar deviasinya, kemudian diplotkan untuk mengetahui pola dan persamaan garisnya menggunakan program excel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

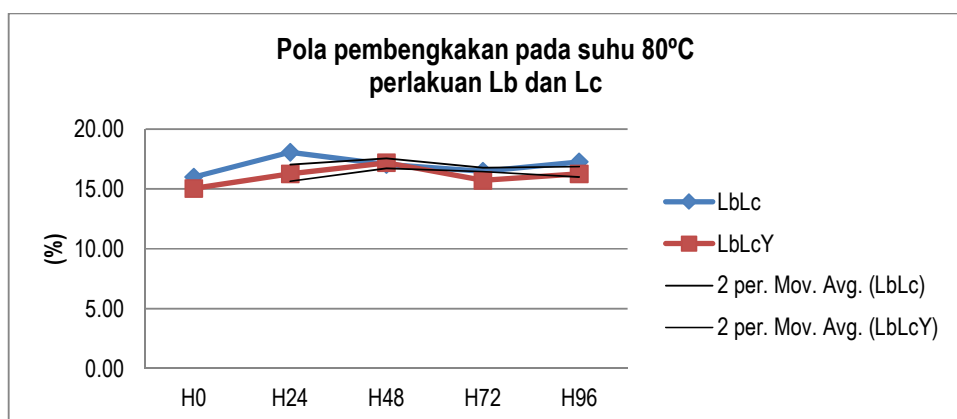
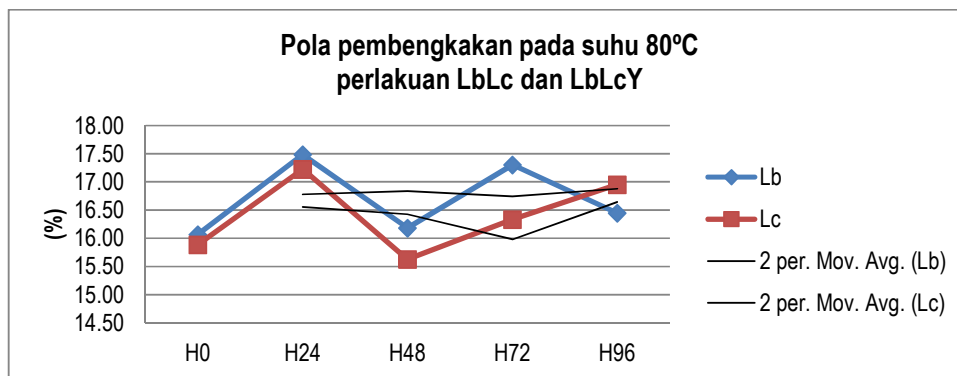
1. Daya Pembengkakan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai pembengkakan meningkat seiring dengan meningkatnya suhu pemanasan dari 80°C ke 90°C (Tabel 1 dan 2). Perlakuan starter tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai pembengkakan, pada suhu 80°C demikian pula pada lama fermentasi. Hasil plotting data pembengkakan pada suhu 80°C menghasilkan pola penyebaran dengan garis kecenderungan yang mendekati rata-rata atau linier dengan gradien nol (Gambar 1). Hal ini berarti pada suhu pemanasan 80°C belum terjadi pembengkakan yang cepat, sehingga tidak ada perbedaan pembengkakan pada tepung yang difermentasi dengan waktu berbeda. Menurut Jacquier, et al (2006), granula mulai membengkak pada saat menjelang suhu gelatinisasi dan membengkak dengan cepat setelah suhu gelatinisasi.

Tabel 1. Nilai pembengkakan granula tepung pada suhu 80°C.

Perlakuan	H0	H24	H48	H72	H96
Lb	16,07±0,92	17,49±0,14	16,19±0,15	17,30±0,48	16,45±0,79
Lc	15,89±0,59	17,23±0,81	15,63±0,34	16,34±0,68	16,95±0,27
LbLc	15,99±0,69	18,07±0,43	17,04±0,71	16,48±0,55	17,25±0,72
LbLcY	15,04±1,11	16,27±0,39	17,18±0,84	15,71±1,07	16,26±0,37
Pk	15,04±0,21	17,49±0,72	18,88±0,33	16,86±0,59	16,39±0,44

Spontan	16,52±0,32	18,21±0,73	15,14±0,56	15,82±0,11	16,17±0,89
---------	------------	------------	------------	------------	------------



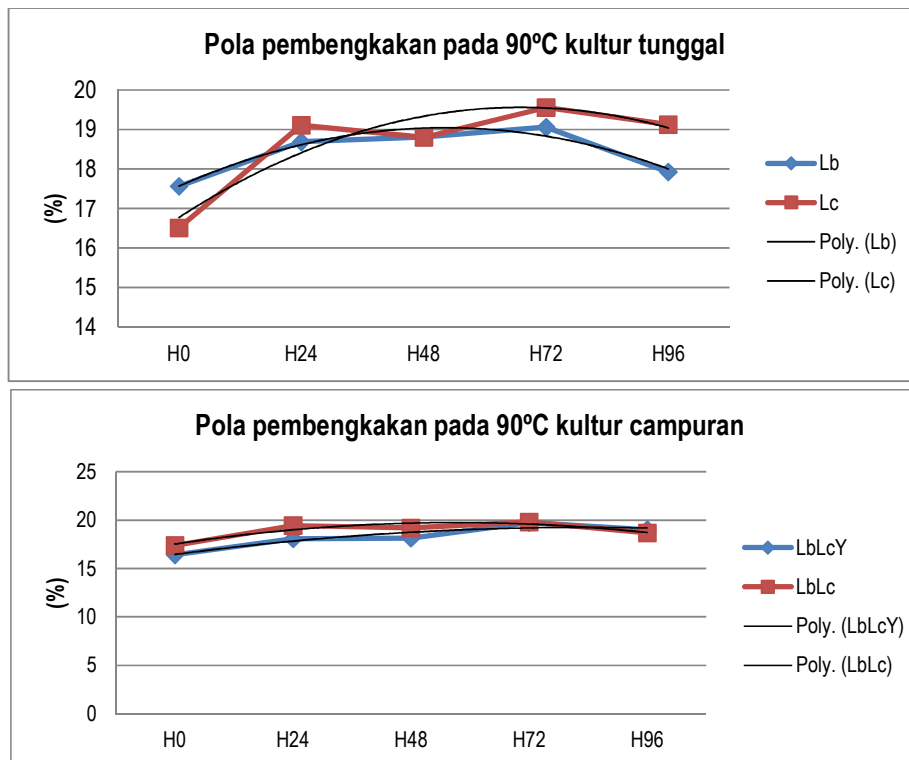
Gambar 1. Daya pembengkakan granula pada suhu 80°C tepung ubi jalar yang difermentasi berbagai starter dan lama fermentasi

Nilai pembengkakan granula tepung ubi jalar fermentasi pada suhu 90°C berbagai perlakuan starter dapat dilihat pada Tabel 2 dan polanya dapat dilihat pada Gambar 2. Hasil penelitian menunjukkan lama fermentasi menghasilkan nilai pembengkakan yang signifikan yaitu semakin lama fermentasi menghasilkan nilai pembengkakan yang semakin meningkat sampai titik antara 48-72 jam dan menurun setelahnya. Pola ini mengikuti pola kuadratik dan tidak berbeda untuk keempat perlakuan jenis starter. Semakin lama fermentasi degradasi granula semakin meningkat, sehingga porositas granula meningkat. Pembengkakan granula merupakan refleksi dari interaksi area amorf dan area kristalin. Menurut Leach et al (1959), faktor utama yang mengontrol perilaku pati adalah kekuatan dan karakter jaringan misella di dalam granula. Lebih lanjut French (1984) menyatakan interkristanilitas area amorf di dalam granula pati relatif mudah dihidrolisa oleh enzim ataupun asam. Selama fermentasi BAL dan yeast menghasilkan enzim amilase yang menghidrolisis amilosa dan rantai pendek amilopektin. Keadaan ini memperlemah kekuatan jaringan di dalam granula, sehingga kekuatan menahan air menjadi kecil dan daya pembengkakan menjadi meningkat.

Tabel 2. Nilai pembengkakan granula (pada suhu 90°C) tepung ubi jalar fermentasi berbagai perlakuan starter dan lama fermentasi

Perlakuan	H0	H24	H48	H72	H96
Lb	17,57±0,75	18,69±0,40	18,81±1,00	19,06±0,87	17,93±0,46
Lc	16,51±0,38	19,12±0,56	18,79±1,07	19,56±0,34	19,13±0,77
LbLc	17,38±0,97	19,46±0,66	19,20±1,07	19,80±0,73	18,70±0,36
LbLcY	16,43±0,38	18,09±0,44	18,16±0,84	19,74±0,42	19,02±0,33

Nilai pembengkakan granula pati pada suhu 90°C dari tepung ubi jalar fermentasi berkisar antara 16 sampai dengan 20%. Hal ini berarti pembengkakan granula masih termasuk klasifikasi “restricted swelling power” jika mengacu pada hasil Schoch & Maywald, (1968), dan Yadav et al., (2014). Jenis pati dengan katagori “restricted swelling power” sesuai untuk pembuatan mie (Yadav et al., 2014). Dengan demikian, perlakuan lama fermentasi H48-H72 merupakan perlakuan yang direkomendasikan karena menghasilkan daya pembengkakan paling tinggi diantara nilai *restricted swelling power* dari hari hari fermentasi lainnya.



Gambar 2. Pola penyebaran nilai pembengkakan granula tepung ubi jalar pada suhu pemanasan 90°C

Perlakuan	Persamaan kuadratik	Koef Determinasi (R ²)
Lb	$y = -0,006x^2 + 0,0833x + 16,77$	R ² = 0,963

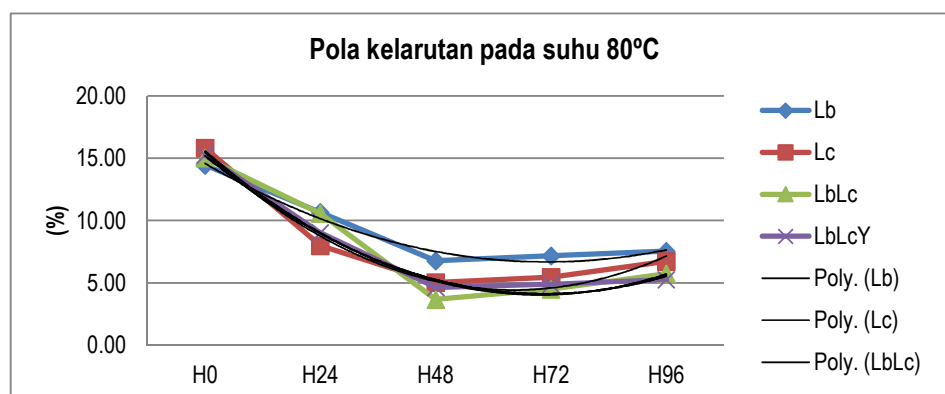
Lc	$y = -0,0005x^2 + 0,0568x + 17,566$	R=0,963
LbLc	$Y = -0,0007x^2 + 0,0778x + 17,53$	R ² 0,86
LbLcY	$Y = -0,0001x^2 + 0,044x + 16,54$	R ² =0,67

2. Kelarutan (Solubility)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kelarutan meningkat seiring dengan meningkatnya suhu pemanasan dari 80°C ke 90°C (Tabel 3 dan 4). Pola perubahan kelarutan selama fermentasi menunjukkan pola kuadratik, yaitu menurun sampai titik tertentu, baik pada pemanasan suhu 80°C maupun 90°C. Pola tersebut juga tidak menunjukkan perbedaan antar starter fermentasi (gambar 3 dan 4).

Tabel 3. Nilai kelarutan (Suhu 80°C) tepung ubi jalar fermentasi berbagai starter dan lama fermentasi

Perlakuan	H0	H24	H48	H72	H96
Lb	14,43±0,38	10,67±0,60	6,77±0,32	7,17±0,12	7,53±0,38
Lc	15,83±0,48	8,00±0,66	5,03±1,01	5,47±0,71	6,73±0,85
LbLc	15,03±0,21	10,57±1,05	3,67±0,31	4,50±0,35	5,73±0,25
LbLcY	15,27±0,91	9,03±1,20	4,63±0,40	4,90±0,26	5,27±0,35

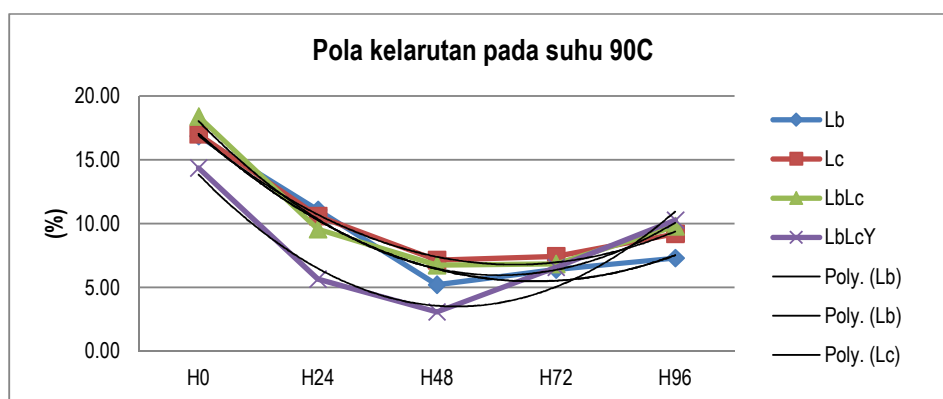


Gambar 3. Pola kuadratik penurunan nilai kelarutan pada suhu 80C perlakuan starter tunggal Lb, dan Lc, serta campuran LbLc dan LbLcY

Perlakuan	Persamaan kuadratik	Koef Determinasi (R ²)
Lb	$y = 0,0016x^2 - 0,242x + 14,569$	R = 0,987
Lc	$y = 0,0027x^2 - 0,345x + 15,446$	R = 0,989
LbLc	$Y = 0,0024x^2 - 0,3306x + 15,567$	R = 0,971
LbLcY	$Y = 0,001x^2 - 0,1525x + 10,77$	R = 0,939

Tabel 4. Nilai kelarutan (%) pada suhu 90°C tepung ubi jalar fermentasi

Perlakuan	H0	H24	H48	H72	H96
Lb	16,87±1,21	11,07±0,65	5,20±0,50	6,40±0,30	7,30±0,85
Lc	17,00±0,85	10,60±0,78	7,13±0,61	7,43±0,95	9,20±0,66
LbLc	17,95±1,15	9,57±0,25	6,73±0,40	6,83±0,38	9,80±0,53
LbLcY	14,37±0,38	5,63±0,60	3,07±0,55	6,57±0,38	10,27±0,38



Gambar 4. Pola kuadratik penurunan nilai kelarutan pada suhu 90°C perlakuan starter Lb, Lc dan LbLc, LbLcY

Perlakuan	Persamaan kuadratik	Koef Determinasi (R ²)
Lb	$y=0,0025x^2-0,3428x+17,05$	R =0,983
Lc	$y= 0,0025x^2-0,3228x+16,946$	R=0,999
LbLc	$Y=0,0033x^2-0,3989x+18,044$	R=0,994
LbLcY	$Y=0,0038x^2-0,3985x+13,852$	R=0,974

Nilai kelarutan merupakan refleksi dari keluarnya amilosa dari granula (*amylose leaching*) saat dipanaskan pada saat air berlebih, atau merefleksikan jumlah amilosa yang terlarut keluar dari granula saat granula membengkak, sehingga semakin tinggi nilai kelarutan berarti semakin banyak amylose yang terlarut keluar granula (Srichuwong et al., 2005). Pada aplikasi produk, *amylose leaching* yang tinggi tidak diharapkan karena akan menyebabkan penurunan kesatbilan viskositas terhadap panas. Menurut Leon et al., (2006), viskositas yang tidak stabil selama pemanasan dapat disebabkan oleh protein yang rendah dan *amylose leaching* dan amilopektin dari granula. Dari lima hari fermentasi tampak bahwa *amylose leaching* terendah terjadi pada hari ke 48 sampai dengan 72 untuk semua jenis starter baik kelarutan suhu 80°C maupun suhu 90°C. Menurut Bello-Perez et al., (2000), perbedaan kelarutan dipengaruhi oleh perbedaan distribusi panjang rantai pati. Pada penelitian ini, lama fermentasi menghasilkan perbedaan reaksi degradasi oleh bakteri asam laktat, sehingga di duga akan menghasilkan perbedaan distribusi panjang rantai pati.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa keenam starter fermentasi menghasilkan pola daya pembengkakan dan kelarutan tepung yang sama yaitu mengikuti pola kuadratik. Semakin lama waktu fermentasi, menghasilkan daya pembengkakan semakin tinggi tetapi menurun setelah hari ke 4. Demikian pula, waktu fermentasi yang lebih lama menghasilkan kelarutan semakin menurun sampai hari ke 3.

Daya pembengkakan pada penelitian mempunyai nilai kurang dari 20% pada suhu 90°C sehingga seluruhnya dapat diklasifikasikan sebagai “*restricted swelling power*”. Berdasarkan nilai kelarutan terkecil, dan daya pembengkakan tertinggi, maka lama fermentasi 48-72 jam merupakan lama fermentasi yang direkomendasikan untuk pembuatan tepung ubi jalar fermentasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahaotu I, Ogueke CC, Owuamanam CI, Ahaotu NN, Nwosu JN. 2013. Fermentation of Undewatered Cassava Pulp by *Linamarase* Producing Microorganisms: Effect on Nutritional Composition and Residual Cyanide. *American Journal of Food and Nutrition* 391 1-8 doi:10.5251/ajfn.2013.3.1.1.8.
- Avula RY, Guha M, Tharanathan RN, Ramteke RS. 2007a. Characteristics of Acetylated and Enzyme Modified Potato and Sweet Potato Flours. *Food Chemistry* 103 1119-1126.
- Avula RY, Guha M, Tharanathan RN, Ramteke, R.S. 2007b. Physical Properties of Acetylated and Enzyme-Modified Potato and Sweet Potato Flours. *Journal of Food Science* 72 E249-E253.
- Bello-Perez LA, Contreras-Ramos SM, Jimenez-Aparicio A, Paredes-Lopez O. 2000. Acetylation and Characterization of Banana (*Musa paradisiaca*) Starch. *Acta Cientifica Venezuela* 51 143-149.
- Deng, F-M., Mu T-H., Zhang, M. and Abegunde, O.K. 2013. Composition, structure, and physicochemical properties of sweet potato starches isolated by sour liquid processing and centrifugation. *Starch/Stärke* 65: 162–171.
- Edema MO. 2010. Effect of *Leuconostoc mesenteroides* on the Visco-Elastic Properties of Sour Maize Meal. *International Food Research Journal* 17: 55-61.
- French., D. 1984. Organization of Starch Granules in Starch: Chemistry and Technology Eds. RL Whistler, EF Paschal, JN Bemiller 2nd ed. 184-247 Academic Press London.
- Gunawan S, Widjaja T, Zullaikah S, Ernawati L, Istianah N, Apamarta HW, Prasetyoko D. 2015. Effect of Fermenting Cassava with *Lactobacillus plantarum*, *Saccharomyces cerevisiae*, and *Rhizopus oryzae* on the Chemical Composition of Their Flour. *International Food Research Journal* 22: 1280-1287.
- Jacquier, J.C., A. Kaar, J.G. Lyng, D.J. Morgan, and B.M. McKenna. 2006. Influence of Granule Size on The Flow Behaviour of Heated Rice Starch Dispersions in Excess Water. *Carbohydrate Polymers* 66(4): 425-434.

- Leach HW, Mc Cowen LD, Schoch TJ. 1959. Structure of the Starch Granules. In: Swelling and Solubility Patterns of Various Starches, Cereal Chemistry 36 534 – 544. Schoch, TJ, Maywald EC. 1968. Preparation and Properties of Various Legume Starches. Cereal Chemistry 45: 564-573.
- Leon AE., Barrera GN, Perez GT, Ribotta PD, Rossel CM. 2006. Effect of Damaged Starch Levels on Flour-Thermal Behaviour and Bread Staling. European Food Research Technology 224 187-192 Doi:10-1007/s00217-006-0297-x.
- Mukisa IM, Byaruhanga YB, Muyanja CMBK, Aijuka M, Schüller, RB, Istrøm SS, Langsrud T, Narvhus JA. 2012. Influence of Co-fermentation by Amylolytic *Lactobacillus plantarum* and *Lactococcus lactis* Strains on the Fermentation Process and Rheology of Sorghum Porridge . Applied Environmental Microbiology. doi:10.1128/AEM.00857-12.
- Srichuwong S, Suharti C, Mishima T, Isono M, Hisamatsu, M. 2005. Starches from Different Botanical Sources: Contribution of Starch structure to Swelling and Pasting Properties. Carbohydrate Polymers 62 25-34.
- Sugiyono, Setiawan E, Syamsir E, Sumekar H. 2011. Pengembangan Produk Mi Kering dari Tepung Ubi Jalar dan Penentuan Umur Simpannya dengan Metode Isoterm Sorpsi. J Teknol dan Industri Pangan vol XXII 164-170.
- Tester RF, Morrison WR. 1994. Properties of Damaged Starch Granules. V. Composition and Swelling of Fractions of Wheat Starch in Water at Various Temperature. Cereal Science. 20 175–181.
- Tefera T, Ameha K, Biruhtesfa A. 2014. Cassava Based Foods: Microbial Fermentation by Single Starter Culture Towards Cyanide Reduction, Protein Enhancement and Palatability. International Food Research Journal 21 1751-1756.
- Truong V-D, Avula RY. 2010. Sweet Potato Purees and Powders For Functional Food Ingredients : Sweet Potato: Post Harvest Aspects In Food Isbn 978-1-60876-343-6 Editors: RC Ray and KI Tomlins, 117-161. Nova Science Publishers, Inc. New York.
- Yadav BS, Yadav RB, Kumari M, Khatkar BS. 2014. Studies on Suitability of Wheat Flour Blends with sweet Potato, Colocasia and Water Chestnut Flours for Noodle Making. LWT - Food Science and Technology 57 352-358.
- Yuan ML, Lu ZH, Cheng YQ, Li LT. 2008. Effect of Spontaneous Fermentation on the Physical Properties of Corn Starch and Rheological Characteristics of Corn Starch Noodle. Journal of Food Engineering 85 12–17.
- Yuliana N, Nurdjanah S, Sugiharto R, Amethy D. 2014. Effect of spontaneous Lactic Acid Fermentation on Physico Chemical Properties of Sweet Potatoes Flour. Microbiology Indonesia 8 1-8.

T3-PP 04

PENGARUH SUHU DAN KONDISI pH PADA PEMBUATAN PEWARNA SERBUK UMBI BIT DENGAN METODE FOAM MAT DRYING

Neneng Suliasih^{a*}, Supli Efendi^b, Hilmi Abdul Aziz^c
^{a,b,c} Prodi Teknologi pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan
Jalan Dr.Setiabudhi, Bandung, Indonesia

*Email : n_suliasih@yahoo.com

ABSTRAK

Bahan pewarna makanan bisa didapatkan dari pewarna sintetis dan pewarna alami. Dalam perkembangan industri pangan, terdapat kecenderungan menggantikan pewarna sintetis dengan pewarna alami, seperti warna merah betasianin dari umbi bit yang telah disetujui untuk digunakan sebagai bahan tambahan makanan di Amerika Serikat (No. 1600) dan di Eropa (E-162). Disamping itu juga dibebaskan dari prosedur sertifikasi dan secara luas digunakan di belahan dunia (Castellar, et al., 2003). Umbi-umbian umumnya memiliki warna khas yang disebabkan oleh keberadaan pigmen. Salah satu jenis umbi yang memiliki warna cukup pekat adalah umbi bit. Umbi bit memiliki warna merah yang berasal dari pigmen betalain (Cai, et al., 2003). Pembuatan pewarna alami bisa dibuat dalam bentuk serbuk dan bisa juga dalam bentuk cair. Pembuatan pewarnaserbuk diantaranya dengan cara metode foam mat drying yaitu cara pengeringan yang sebelumnya dijadikan buih terlebih dahulu dengan menambahkan zat pembuih dan kemudian dikeringkan. Pembuatan pewarna serbuk dari umbi bit perlu perlakuan yang cermat karena pigmen betalain sensitif terhadap kondisi lingkungan seperti pH, pemanasan, cahaya, kelembaban dan oksigen. Faktor lingkungan memiliki efek langsung dan pigmen dapat segera berubah warna pada kondisi suhu dan pH yang tidak sesuai. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah umbi bit (*Beta vulgaris* L) yang berumur tiga bulan, dekstrin, putih telur, asam sitrat, dan Natrium bikarbonat (NaHCO_3). Rancangan perlakuan terdiri dari dua faktor, yaitu faktor suhu (A) yang terdiri dari 3 taraf, yaitu: $a_1 = 40^\circ\text{C}$; $a_2 = 50^\circ\text{C}$; $a_3 = 60^\circ\text{C}$. Faktor kondisi pH (B) yaitu: $b_1 = 4$; $b_2 = 5$; $b_3 = 5,76$ (pH asli sari umbi bit). Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan menggunakan pola faktorial 3×3 dengan ulangan sebanyak 3 kali untuk setiap kombinasi perlakuan sehingga diperoleh 27 plot percobaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu pengeringan memberikan pengaruh yang nyata terhadap warnaserbuk, warna produk (kue mangkuk sebelum dan setelah dikukus), kadar air, rendemen dan kelarutan pewarna serbuk umbi bit. Kondisi pH memberikan pengaruh terhadap warna produk (kue mangkuk sebelum dan setelah dikukus), kadar air, rendemen, dan kelarutan, tetapi tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap warna serbuk umbi bit. Interaksi antara suhu pengeringan dan kondisi pH memberikan pengaruh yang nyata terhadap warna produk (kue mangkuksebelum dan sesudah dikukus), kadar air, rendemen, dan kelarutan, tetapi tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap warna serbuk umbi bit. Produk serbuk pewarna alami umbi bit yang terpilih adalah pada perlakuan $a_3 b_1$, (suhu 60°C dan pH4) dengan kadarair 4 %, rendemen 8,53%, dan kelarutan 72,37%.

Kata kunci : Umbi bit, betalain, suhu, kondisi pH, foam mat drying, pewarna serbuk.

ABSTRACT

Food coloring material can be obtained from synthetic dyes and natural dyes. In the development of the food industry, there is a tendency to replace synthetic colors with natural dyes, such as red beet betasianin of tubers that have been approved for use as a food additive in the United States (No. 1600) and in Europe (E-162).

Besides, it is also exempt from certification procedures and are widely used in the world (Castellar, et al., 2003). Tubers generally has a distinctive color caused by the presence of pigments. One type of bulb that has a fairly dense color is bulbs bits. Bulbs have a bit red color comes from pigments betalain (Cai, et al., 2003). Manufacture of natural dyes can be made in powder form and can also be in liquid form. Manufacture of dye powders such as by way of foam mat drying method is a drying method previously used foam beforehand by adding pembuih substances and then dried. Making the dye powder of tubers bit needs careful treatment because betalain pigments are sensitive to environmental conditions such as pH, heating, light, moisture and oxygen. Environmental factors have a direct effect and can quickly change the color pigments in temperature and pH conditions that do not fit. Materials used in this study is the root beet (*Beta vulgaris* L) which was three months old, dextrin, egg white, citric acid, and sodium bicarbonate (NaHCO_3). Rancangan treatment consists of two factors, namely temperature (A) consisting of 3 levels, namely: a1 = 400C; a2 = 500C; a3 = 600C. Factors pH conditions (B), namely: b1 = 4; b2 = 5; b3 = 5.76 (original pH bulb beet juice). Rancangan experiment used in this study is a randomized block design (RAK) using a 3 x 3 factorial design with replications 3 times for each combination of treatments thus obtained 27 experimental plots. The results showed that the drying temperature significant effect on the color of the powder, the color of the product (cake bowl before and after steaming), moisture content, yield and solubility of dye powders bit. Kondisi bulb pH influence on the color of the product (cake bowl before and after steaming), water content, yield, and solubility, but no significant effect on tuber powder color bit. Interaksi between drying temperature and pH conditions give real effect to the color of the product (cake bowl before and after steaming), moisture content, yield, and solubility, but no significant effect on the color of beet root powder. Natural dye powder products tuber bit elected is in treatment a3 b1, (the temperature of 600C and pH4) with a water content of 4%, yield 8.53%, and 72.37% solubility.

Keywords: Bulbs bit, betalain, temperature, pH, foam mat drying, coloring powder.

PENDAHULUAN

Umbi bit memiliki warna merah yang berasal dari pigmen betalain (Cai, et al., 2003), suatu senyawa yang mengandung nitrogen. Umbi bit juga mengandung *betaxantin*, suatu pigmen berwarna kuning. Kedua pigmen ini beragam menurut kultivar, dan dapat berubah karena kondisi lingkungan. Tingkat warna merah menunjukkan bahwa kandungan *betaxantinnya* sedikit, warna kuning menunjukkan bahwa tidak terdapat betasianin, dan warna putih menunjukkan tidak terdapatnya kedua pigmen tersebut (Rubatzky, 1998).

Betalain adalah salah satu pewarna alami yang banyak digunakan dalam sistem pangan. Hingga saat ini pigmen betalain yang telah diproduksi dalam skala besar hanya berasal dari umbi bit (*Beta vulgaris* L). Betalain dari umbi bit (*Beta vulgaris* L) telah diketahui memiliki efek antiradikal dan aktivitas antioksidan yang tinggi (Mastuti, 2010). Betalain merupakan pigmen warna dari tanaman yang mengandung nitrogen yang disusun oleh dua jenis pigmen yaitu betasianin untuk warna merah-ungu dan *betaxantin* untuk warna kuning (Azizah, 2012).

Menurut Castellar, et al., (2003) bahwa betalain memiliki tingkat kestabilan yang tinggi pada pH 5, sedangkan menurut Reid (1980) kerusakan betalain meningkat tajam di bawah pH 4 dan Coultate (1996) menambahkan bahwa pada nilai pH netral menyebabkan kerusakan betalain dan berubah menjadi berwarna cokelat. Degradasi pewarna bit terjadi pada temperatur sekitar 70°C keatas terutama jika kontak dengan cahaya dan udara terbuka. Pigmen ini paling stabil pada kisaran pH 4-5. Pigmen ini sensitif terhadap kondisi lingkungan seperti pH, pemanasan, cahaya, kelembaban dan oksigen. Faktor lingkungan

memiliki efek langsung dan pigmen dapat segera berubah warna pada kondisi yang tidak sesuai. Pigmen merah betalain misalnya, terdegradasi jika terekspos langsung oleh cahaya, udara dan temperatur tinggi berubah menjadi coklat muda. (Nottingham, 2004). Pemanasan betalain dapat menyebabkan diskolorisasi warna. Pigmen merah betasianin dapat berubah menjadi coklat jika dipanaskan secara bertahap pada suhu tinggi, dan ditambah lagi dengan kondisi pH basa yang akan mempercepat diskolorisasi pigmen (Nottingham, 2004).

Pembuatan bubuk pewarna alami dapat dilakukan dengan teknologi tinggi dengan menggunakan alat yang canggih seperti *freeze dryer* dan *spray dryer*, namun alat ini cukup mahal dan tidak terjangkau oleh kelompok tani atau industri rumah tangga. (Kumalaningsih, dkk., 2005). Salah satu metode pengeringan mudah dan murah yang akan digunakan dalam pembuatan serbuk pewarna alami dari umbi bit ini adalah metode pengeringan busa (*foam mat drying*). *Foam mat drying* merupakan cara pengeringan bahan berbentuk cair yang sebelumnya dijadikan busa terlebih dahulu dengan menambahkan zat pembusa untuk bahan yang peka terhadap panas dan merupakan salah satu pengeringan yang digunakan terhadap senyawa yang menyebabkan lengket jika dikeringkan dengan cara lain (Andriastuti, 2003).

BAHAN DAN METODE

3.1. Bahan-bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah umbi bit (*Beta vulgaris L*) yang berumur tiga bulan, dekstrin, putih telur, asam sitrat, dan Natrium bikarbonat (NaHCO_3).

3.2. Alat yang Digunakan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *Juicer* gelas kimia 500 mL, pengering *tunnel dryer*, *tray*, pisau, neraca analitik, blender, corong, kertas saring, labu *erlenmeyer* 250 mL, labu ukur 500 mL, *spreader*, *eksikator*, *oven*, labu ukur 50 mL, dan pH meter.

1.3. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan terdiri dari penelitian pendahuluan dan penelitian utama.

3.3.1. Penelitian Pendahuluan

Pada penelitian pendahuluan dilakukan penentuan waktu pengeringan pada suhu 40°, 50°, dan 60°C pada pH 5,76 (pH asli sari bit) dengan variasi waktu 4 jam, 6 jam dan 8 jam, dengan parameter penilaian kesukaan warna serbuk umbi bit secara organoleptik.

3.3.2. Penelitian Utama

Penelitian utama terdiri dari rancangan perlakuan, rancangan percobaan, rancangan analisis, rancangan respon, dan deskripsi percobaan.

3.3.2.1. Rancangan Perlakuan

Rancangan perlakuan terdiri dari dua faktor, yaitu faktor suhu (A) yang terdiri dari 3 taraf yaitu : a_1 , a_2 , a_3 , dan faktor pH (B) yang terdiri dari 3 taraf yaitu : b_1 , b_2 , b_3 .

Suhu (A) yaitu :

$a_1 = 40^\circ\text{C}$

$a_2 = 50^\circ\text{C}$

$a_3 = 60^\circ\text{C}$

Kondisi pH (B) yaitu

$b_1 = \text{pH } 4$

$b_2 = \text{pH } 5$

$b_3 = \text{pH } 5,76$ (pH asli sari umbi bit)

3.3.2.2. Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan menggunakan pola faktorial 3×3 dengan ulangan sebanyak 3 kali untuk setiap kombinasi perlakuan sehingga diperoleh 27 plot percobaan.

Model rancangan percobaan yang akan digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada :

Tabel 1. Desain Faktorial 3×3 dalam Rancangan Acak kelompok

Suhu (A)	Kondisi pH (B)	Ulangan		
		1	2	3
$(a_1) 40^\circ\text{C}$	$(b_1) 4$	$a_1 b_1$	$a_1 b_1$	$a_1 b_1$
	$(b_2) 5,76$	$a_1 b_2$	$a_1 b_2$	$a_1 b_2$
	$(b_3) 7$	$a_1 b_3$	$a_1 b_3$	$a_1 b_3$
$(a_2) 50^\circ\text{C}$	$(b_1) 4$	$a_2 b_1$	$a_2 b_1$	$a_2 b_1$
	$(b_2) 5,76$	$a_2 b_2$	$a_2 b_2$	$a_2 b_2$
	$(b_3) 7$	$a_2 b_3$	$a_2 b_3$	$a_2 b_3$
$(a_3) 60^\circ\text{C}$	$(b_1) 4$	$a_3 b_1$	$a_3 b_1$	$a_3 b_1$
	$(b_2) 5,76$	$a_3 b_2$	$a_3 b_2$	$a_3 b_2$
	$(b_3) 7$	$a_3 b_3$	$a_3 b_3$	$a_3 b_3$

Untuk menguji adanya perbedaan pengaruh perlakuan terhadap respon yang diamati, maka dilakukan analisis data dengan model percobaan (Gasperzs, 1995) sebagai berikut :

$$Y_{ijk} = \mu + K_k + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Dimana :

Y_{ijk} = Nilai respon pada pengamatan ke-k yang memperoleh kombinasi perlakuan ij (taraf ke-i dari suhu dan taraf ke-j dari kondisi pH)
 K_k = Efek perlakuan dari kelompok ke-k
 A_i = Pengaruh perlakuan dari taraf ke-i faktor A
 B_j = Pengaruh perlakuan dari taraf ke-j faktor B
 $(AB)_{ij}$ = Pengaruh interaksi antara perlakuan taraf ke-i

faktor A dan perlakuan taraf ke-j faktor B
 ε_{ijk} = Pengaruh galat percobaan pada kelompok ke-k yang memperoleh taraf ke-i faktor A dan taraf ke-j faktor B
 i = 1,2,3 (banyaknya variasi suhu a_1 , a_2 , a_3)
 j = 1,2,3 (banyaknya variasi kondisi pH b_1 , b_2 , b_3)
 k = 1,2,3 (banyaknya ulangan)

3.3.2.3. Rancangan Analisis

Berdasarkan rancangan percobaan di atas dapat dibuat analisis variansi (ANOVA) untuk mendapatkan kesimpulan mengenai pengaruh perlakuan.

Berdasarkan perhitungan ANOVA, dapat ditentukan daerah penolakan hipotesis yaitu :

(1) Jika $F_{hitung} \geq F_{tabel}$ pada taraf 5%, maka perlakuan kondisi pH dan suhu pengeringan serta interaksinya berpengaruh terhadap karakteristik serbuk pewarna alami yang dihasilkan. Dengan demikian hipotesis diterima, kemudian akan dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan.

(2) Jika $F_{hitung} < F_{tabel}$ pada taraf 5%, maka perlakuan kondisi pH dan suhu pengeringan serta interaksinya tidak berpengaruh terhadap karakteristik serbuk pewarna alami yang dihasilkan. Dengan demikian hipotesis penelitian ditolak.

3.3.2.4. Rancangan Respon

Rancangan respon yang dilakukan pada pembuatan serbuk pewarna alami meliputi respon organoleptik, kimia, dan respon fisika

1. Respon Organoleptik

Respon organoleptik yang dilakukan yaitu pengujian inderawi pada serbuk pewarna alami dari umbi bit meliputi warna serbuk dan warna setelah diaplikasikan terhadap olahan produk (kelepon) dengan menggunakan metode uji hedonik terhadap 15 orang panelis.

Tabel 7. Kriteria Penilaian Uji Hedonik

Nilai	Skala Hedonik
1	Sangat Suka
2	Suka
3	Agak Suka
4	Netral
5	Agak Tidak Suka
6	Tidak Suka
7	Sangat Tidak Suka

2. Respon kimia yang dilakukan adalah kadar air dengan metode gravimetri (AOAC, 1995)

3. Respon Fisika :

a. Rendemen (AOAC, 1995)

b. Uji kelarutan (AOAC, 1995)

3.4. Deskripsi Penelitian

Prosedur pembuatan serbuk pewarna alami dengan metode *foam mat drying* terdiri dari dua tahap, yaitu deskripsi penelitian pendahuluan dan penelitian utama.

3.4.1. Deskripsi Penelitian Pendahuluan

1. *Trimming*

Trimming dilakukan untuk menghilangkan kulit, tangkai, daun dan sejenisnya sehingga yang di dapat daging umbinya saja.

2. Pencucian

Daging umbi yang telah terpisah dari kulit dan tangkai dicuci bagian luarnya dengan air bersih kemudian ditiriskan. Pencucian bertujuan untuk membersihkan dari kotoran yang masih menempel pada luar daging umbi bit

1. Penirisan

Proses penirisan bertujuan untuk mengurangi kadar air dari umbi bit, sehingga air dari sisa pencucian berkurang atau tidak menetes lagi.

2. Pengambilan Sari

Umbi bit yang telah ditiriskan kemudian dihancurkan dengan menggunakan *juicer* untuk mendapatkan sari umbi bit.

3. Pencampuran

Sari umbi bit kemudian dicampurkan dengan dekstrin yang telah ditentukan konsentrasinya, kemudian dicampurkan dengan albumin yang telah dikocok. Campuran tersebut kemudian diaduk dengan alat *mixer*.

4. Penebaran

Penebaran dilakukan pada loyang dengan alat *spreader* hingga ukuran ketebalan 2 mm, bertujuan untuk mempercepat dalam proses pengeringan.

5. Pengeringan

Pengeringan dilakukan dalam *tunnel dryer*, suhu yang akan digunakan adalah 40, 50 dan 60°C . Waktunya yaitu 4 jam, 6 jam, dan 8 jam.

6. Penggilingan

Sari umbi bit yang telah dikeringkan kemudian dihancurkan dengan menggunakan *blander* yang bertujuan untuk memperluas permukaan serta untuk mendapatkan serbuk yang optimal

7. Pengayakan

Pengayakan bertujuan untuk menyeragamkan ukuran serbuk umbi bit dengan ukuran 40 mesh.

3.4.2. Deskripsi Penelitian Utama

Penelitian utama melanjutkan penelitian pendahuluan yang menghasilkan kondisi paling baik

1. *Trimming*

Trimming dilakukan untuk menghilangkan kulit, tangkai, daun dan sejenisnya sehingga yang di dapat daging umbinya saja.

2. Pencucian

Daging yang telah terpisah dari kulit dan tangkai dicuci bagian luarnya dengan air bersih kemudian ditiriskan. Pencucian bertujuan untuk membersihkan dari kotoran yang masih menempel pada luar daging umbi bit

3. Penirisan

Proses penirisan bertujuan untuk mengurangi kadar air dari umbi bit, sehingga air dari sisa pencucian berkurang atau tidak menetes lagi.

4. Pengambilan Sari

Umbi bit yang telah ditiriskan kemudian dihancurkan dengan menggunakan *juicer* untuk mendapatkan sari umbi bit.

5. Pengaturan pH

Sari umbi bit yang telah dihasilkan kemudian diatur pH-nya yang bertujuan untuk menentukan kondisi warna yang stabil. pH diatur yaitu pH 4 (dengan penambahan asam sitrat), pH 5, dan pH 5,76 (pH asli sari umbi bit).

6. Pencampuran

Sari umbi bit kemudian dicampurkan dengan dekstrin yang telah ditentukan konsentrasinya, kemudian dicampurkan dengan albumin yang telah dikocok. Campuran tersebut kemudian diaduk dengan alat *mixer*.

7. Penebaran

Penebaran dilakukan pada loyang dengan alat *spreader* hingga ukuran ketebalan 2 mm, bertujuan untuk mempercepat dalam proses pengeringan.

8. Pengeringan

Pengeringan dilakukan dalam *tunnel dryer* pada suhu 40°C, 50°C, dan 60°C dengan waktu yang terpilih pada penelitian pendahuluan.

9. Penggilingan

Sari umbi bit yang telah dikeringkan kemudian dihancurkan dengan menggunakan *blender* yang bertujuan untuk memperluas permukaan serta untuk mendapatkan serbuk yang optimal

10. Pengayakan

Pengayakan bertujuan untuk menyeragamkan ukuran serbuk umbi bit. Dengan ukuran 60 mesh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Penelitian Pendahuluan

Hasil analisis variansi menunjukkan bahwa faktor suhu pengeringan (S), waktu pengeringan (W) dan interaksi keduanya berpengaruh terhadap warna serbuk pewarna alami dari umbi bit. Pengaruh interaksi suhu pengeringan dan waktu pengeringan terhadap warna serbuk pewarna alami umbi bit dapat di lihat pada tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh Interaksi Suhu Pengeringan dan Waktu Pengeringan Terhadap Warna Serbuk Pewarna Umbi Bit

Suhu Pengeringan (S)	Waktu Pengeringan (W)		
	4 jam (w1)	6 jam (w2)	8 jam (w3)
40°C (s ₁)	6,27 C b	6,16 B b	4,96 B a
50°C (s ₂)	4,71 B b	3,42 A ab	2,84 A a

60°(S ₃)	3,09 A c	2,64 A a	2,78 A b
----------------------	-------------	-------------	-------------

Keterangan :

- Huruf kecil dibaca horizontal, huruf besar dibaca vertikal
- Setiap huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata pada uji *duncan* pada taraf 5%

Berdasarkan Tabel 2. dapat dilihat bahwa pada suhu 40°C dengan waktu 8 jam warna serbuk yang di dapat berbeda dengan waktu 4 jam dan 6 jam, dimana warna serbuk umbi bit berwarna ungu cerah. Pada suhu 50°C dengan waktu 4 jam tidak berbeda dengan waktu 6 jam tetapi berbeda dengan waktu 8 jam, dimana warna serbuk yang didapat berwarna merah gelap. Sedangkan pada suhu 60°C waktu 6 jam berbeda nyata dengan, 4 jam dan 8 jam dimana warna serbuk berwarna ungu pekat, dan merupakan warna yang lebih disukai. Peningkatan suhu pemanasan mengakibatkan penurunan kadar betasianin ekstrak. Hal ini diduga karena peningkatan suhu pemanasan dapat menurunkan stabilitas betasianin pada ekstrak yang selanjutnya mengakibatkan kerusakan betasianin (Khuluq, 2007)

Pada perlakuan waktu yaitu dengan waktu 4 jam dengan suhu yang berbeda, (40°C, 50°C, dan 60°C) warna serbuk pada suhu 60°C warnanya lebih disukai dan berbeda nyata dengan warna serbuk pada suhu 40°C dan 50°C. sedangkan pada perlakuan 6 jam dengan suhu yang berbeda, suhu 60°C tidak berbeda nyata dengan suhu 50°C tetapi berbeda dengan suhu 40°C dan merupakan warna serbuk yang lebih disukai, begitu juga pada perlakuan 8 jam. Semakin rendah suhu dan waktu pengeringan warna serbuk yang di dapat semakin gelap, dan semakin tinggi suhu dan waktu pengeringan warna serbuk yang didapat semakin pucat.

Dari Tabel diatas warna serbuk yang lebih disukai panelis adalah serbuk yang berwarna ungu pekat yaitu perlakuan waktu pengeringan 6 jam dengan suhu 60°C. Semakin tinggi suhu pengeringan uap air yang keluar semakin banyak sehingga kadar air yang terkandung pada serbuk lebih rendah dan warna yang dihasilkan akan semakin pekat ((Nottingham, 2004). Hal ini menunjukkan bahwa nilai kesukaan panelis terhadap warna serbuk umbi bit semakin meningkat kesukaan panelis terhadap warna dengan semakin tingginya suhu.

4.2. Penelitian Utama

Penelitian Utama merupakan lanjutan dari penelitian pendahuluan, dimana perlakuan yang terpilih adalah waktu pengeringan 6 jam dengan suhu 60°C, waktu tersebut digunakan sebagai acuan pada penelitian utama. Penelitian utama meliputi respon organoleptik dengan respon warna serbuk dan warna setelah diaplikasikan terhadap olahan produk (kue mangkuk), respon kimia meliputi analisis kadar air, dan respon fisika yaitu uji kelarutan.

4.2.1. Warna Serbuk

Pewarna makanan merupakan benda berwarna yang memiliki afinitas kimia terhadap makanan yang di warnainya. Tujuan pemberian warna dimaksudkan agar

makanan terlihat lebih berwarna sehingga, menarik perhatian konsumen. Bahan pewarna umumnya berwujud cair dan bubuk yang larut di air (Cai, 2003). Selain sebagai faktor yang ikut menentukan mutu, warna juga dapat digunakan sebagai indikator kesegaran atau kematangan. Baik tidaknya cara pencampuran atau cara pengolahan dapat ditandai dengan adanya warna yang seragam dan merata (Cahyadi, 2009).

Berdasarkan hasil analisis variansi (ANOVA) bahwa suhu Pengeringan (A) berpengaruh terhadap warna serbuk pewarna alami yang dihasilkan. Sedangkan kondisi pH (B) dan interaksi keduanya tidak berpengaruh. Pengaruh suhu pengeringan terhadap serbuk umbi bit dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh Suhu Pengeringan Terhadap Warna Serbuk Umbi Bit

Suhu Pengeringan (A)	Rata-rata warna Serbuk Umbi bit
40°C (a1)	3,99 b
50°C (a2)	3,20 ab
60°C (a3)	2,75 a

Keterangan : Nilai rata-rata yang ditandai dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut uji *Duncan*.

Berdasarkan pada tabel 3. warna serbuk pada suhu 60°C lebih disukai panelis. dimana serbuk pewarna alami berwarna ungu pekat, begitu juga pada suhu 50°C warna serbuk sama dengan 60°C tapi sedikit lebih terang, sedangkan pada suhu 40°C warna serbuk berwarna ungu kehitaman, hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu pengeringan kadar air yang terkandung akan semakin rendah sehingga warna serbuk akan semakin pekat. Nilai kesukaan panelis terhadap warna serbuk umbi bit semakin meningkat kesukaan panelis terhadap warna dengan semakin tingginya suhu. Sutrisno (1987) menyatakan bahwa suhu diatas 70°C dengan lamanya waktu pemanasan akan menyebabkan terjadinya dekomposisi dan perubahan struktur pigmen sehingga terjadi perubahan warna yang signifikan, dan menyebabkan kerusakan produk.

4.2.2. Warna Setelah Aplikasi

4.2.2.1. Sebelum Dipanaskan

Berdasarkan analisis variansi (ANOVA) bahwa suhu pengeringan (A) dan kondisi pH (B) serta interaksi antara suhu pengeringan dan kondisi pH (AB) memberikan pengaruh terhadap warna setelah diaplikasikan pada kue mangkuk sebelum dikukus. pengaruh interaksi kondisi pH dan suhu pengeringan terhadap warna kue mangkuk sebelum di kukus dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh Interaksi Kondisi pH dan Suhu Pengeringan Terhadap Warna Kue Mangkuk Sebelum dikukus

Suhu Pengeringan (A)	Kondisi pH (B)		
	4 (b1)	5 (b2)	5,76 (b3)
40°C (a1)	5,27 C bc	5,33 C c	3,33 B a

50°C (a ₂)	2,93 B b	2,13 B a	2,27 A ab
60°C (a ₃)	1,67 A ab	1,27 A a	2,13 A b

Keterangan :

- Huruf kecil dibaca horizontal, huruf besar dibaca vertikal
- Setiap huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang berbeda nyata pada uji jarak ganda pada taraf 5%

Berdasarkan tabel 4. dapat dilihat bahwa pada suhu 40°C, dengan kondisi pH 5,76 berbeda nyata dengan pH 4 dan 5, dan merupakan warna kue mangkuk yang lebih disukai. dimana warna kue mangkuk yang dihasilkan berwarna merah pucat, sedangkan pada suhu 50°C, warna kue mangkuk dengan kondisi pH 5 tidak berbeda dengan kondisi pH 5,76, tetapi berbeda dengan kondisi pH 4 dimana warna kue mangkuk merah cerah. Sedangkan pada suhu 60°C pH 5 tidak berbeda dengan pH 4 tetapi berbeda dengan pH 5,76 dimana warna kue berwarna ungu pekat.

Pada kondisi pH 4 dengan suhu yang berbeda (40°C, 50°C, dan 60°C), warna kue mangkuk dengan suhu 60°C berbeda nyata dengan suhu 40°C dan 50°C dan merupakan warna yang lebih disukai, dimana warna kue berwarna merah cerah. Begitu juga pada kondisi pH 5, dengan suhu yang berbeda (40°C, 50°C, dan 60°C), dimana warna kue berwarna ungu kemerahan. Sedangkan pada kondisi pH 5,76, dengan suhu yang berbeda, suhu 60°C tidak berbeda dengan suhu 50°C tetapi berbeda dengan suhu 40°C dimana warna kue berwarna merah muda. Pada pH netral akan menyebabkan kerusakan pada betalain dan akan berubah menjadi warna coklat begitu juga pada pH dibawah 4 (Coulter, 1996).

4.2.2.2. Setelah Dipanaskan

Berdasarkan analisis variansi (ANOVA) bahwa suhu pengeringan (A) dan kondisi pH (B) serta interaksi antara suhu pengeringan dan kondisi pH (AB) memberikan pengaruh terhadap warna setelah diaplikasikan pada kue mangkuk setelah dikukus. Pengaruh interaksi kondisi pH dan suhu pengeringan terhadap warna kue mangkuk setelah di kukus dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Pengaruh Interaksi Kondisi pH dan Suhu Pengeringan Terhadap Warna Kue Mangkuk yang Sudah di kukus

Suhu Pengeringan (A)	Kondisi pH (B)		
	4 (b ₁)	5 (b ₂)	5,76 (b ₃)
40°C (a ₁)	5,4 C b	3,4 C a	4,67 B b
50°C (a ₂)	1,8 A b	1,27 A a	3,27 A c

60°C (a ₃)	4,13 B b	2,73 B a	4,27 B b
------------------------	-------------	-------------	-------------

Keterangan :

- Huruf kecil dibaca horizontal, huruf besar dibaca vertikal
- Setiap huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang berbeda nyata pada uji jarak ganda pada taraf 5%

Berdasarkan tabel 5. Pada suhu 40°C, kondisi pH 4 dan 5,76 tidak berbeda nyata tetapi berbeda nyata dengan kondisi pH 5 dimana warna kue mangkuk berwarna merah gelap. Sedangkan pada suhu 50°C kondisi pH 5 berbeda dengan kondisi pH 4 dan 5,76 dimana warna kue mangkuk berwarna merah muda. Pada suhu 60°C, pH 5 berbeda dengan pH 4 dan 5,76, sedangkan pH 4 dan 5,76 tidak berbeda dimana warna kue mangkuk pada pH 4 berwarna merah cerah, sedangkan pada pH 5 warna kue mangkuk berwarna merah keunguan.

Pada kondisi pH 4, dengan suhu yang berbeda (40°C, 50°C, dan 60°C), warna kue mangkuk pada suhu 50°C berbeda nyata dengan suhu 40°C dan 60°C dimana warna kue berwarna merah cerah. Begitu juga pada kondisi pH 5. Sedangkan pada kondisi pH 5,76, suhu 50°C berbeda dengan suhu 40°C dan 60°C dimana warna kue berwarna merah muda,

Hasil uji organoleptik pada aplikasi kue mangkuk sebelum di kukus menunjukkan bahwa nilai kesukaan panelis terhadap warna aplikasiserbuk umbi bityaitu pada perlakuan suhu pengeringan 60°C dengan kondisi pH 5. Sedangkan pada aplikasi kue mangkuk sesudah di kukus menunjukan bahwa nilai kesukaan panelis terhadap kue mangkuk yaitu pada perlakuan suhu pengeringan 50°C dengan kondisi pH 5.

Menurut Khuluq (2007), pH 5 memberikan stabilitas yang tinggi pada betasianin sehingga tingkat kerusakan betasianin pada ekstrak relatif kecil dibandingkan kerusakan pada pH asam dan basa tinggi. Pemanasan betalanin dapat menyebabkan diskolorisasi warna. Pigmen merah betalanin dapat berubah menjadi coklat jika dipanaskan secara bertahap pada suhu tinggi, dan ditambah lagi dengan kondisi pH basa yang akan mempercepat diskolorisasi pigmen (Nottingham, 2004).

4.2.3. Kadar Air

Air merupakan kandungan penting banyak makanan. Kadar air merupakan komponen penting dalam bahan makanan, karena dapat mempengaruhi penampakan, tekstur, dan cita rasa. Kandungan kadar air dalam bahan pangan menentukan daya terima, daya terima, dan umur simpan suatu bahan (Winarno, 1997).

Pengamatan terhadap kadar air produk bubuk merupakan salah satu parameter penting untuk evaluasi proses pengeringan dan untuk mengetahui tingkat stabilitas produk selama penyimpanan.

Produk pangan dalam bentuk bubuk dengan kadar air rendah memiliki daya tahan terhadap kerusakan mikrobiologis yang tinggi karena air bebas yang dapat dimanfaatkan mikroorganisme untuk hidup dan tumbuh sangat terbatas.

Berdasarkan hasil analisis variansi, suhu pengeringan (A) dan kondisi pH (B) serta interaksi antara suhu pengeringan dan kondisi pH (AB) memberikan pengaruh terhadap kadar air serbuk pewarna alami dari umbi bit. Pengaruh interaksi suhu pengeringan dan kondisi pH terhadap kadar air serbuk umbi bit dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Pengaruh Interaksi Suhu Pengeringan (A) dan Kondisi pH (B) Terhadap % Kadar Air Serbuk Umbi Bit

Suhu Pengeringan (A)	Kondisi pH (B)		
	4 (b ₁)	5 (b ₂)	5,76 (b ₃)
40°C (a ₁)	11.84 C b	12.29 C b	11.11 B a
50°C (a ₂)	7.92 B a	8.01 B a	7.82 B a
60°C (a ₃)	4.00 A a	5.62 A b	5.29 A b

Keterangan :

- Huruf kecil dibaca horizontal, huruf besar dibaca vertikal
- Setiap huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang berbeda nyata pada uji jarak ganda pada taraf 5%

Berdasarkan tabel 6. Pada suhu 40°C, pH 4 dan 5 tidak berbeda, sedangkan pH 5,76 berbeda dengan pH 4 dan 5. Pada suhu 50°C, pH 4, 5 dan 5,76 tidak berbeda. Pada suhu 60°C, pH 4 berbeda dengan pH 5 dan 5,76, sedangkan pH 5 dan 5,76 tidak berbeda.

Peningkatan suhu pengering akan menurunkan kadar air serbuk pewarna alami umbi bit, karena semakin tinggi suhu pengering maka kadar air bahan akan semakin rendah ini disebabkan karena kecepatan pengeringan akan semakin meningkat dengan semakin meningkatnya suhu pengering.

Pada kondisi pH 4, suhu 40°C, 50°C dan 60°C berbeda, dimana semakin tinggi suhu pengeringan kadar air yang didapat semakin rendah. Pada kondisi pH 5, suhu 40°C, 50°C dan 60°C berbeda. Sedangkan pada kondisi pH 5,76 suhu 60°C berbeda dengan suhu 40°C dan 50°C, sedangkan suhu 40°C dan 50°C tidak berbeda. Desrosier (1988) menyatakan faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan pengeringan produk pangan beberapa diantaranya adalah suhu pengeringan yang digunakan, lama pengeringan (waktu), metode pengeringan dan sifat dan bentuk bahan.

4.2.4. Rendemen

Berdasarkan hasil analisis variansi (ANOVA) menunjukkan bahwa suhu pengeringan (A) dan kondisi pH (B) serta interaksi antar perlakuan memberikan pengaruh sangat nyata terhadap rendemen serbuk pewarna alami umbi bit. Rata-rata rendemen pada berbagai kombinasi perlakuan suhu pengeringan dengan kondisi pH ditunjukkan pada tabel 7.

Tabel 7. Pengaruh Interaksi Suhu Pengeringan (A) dan Kondisi pH (B) Terhadap % Rendemen Serbuk Pewarna Umbi Bit

Suhu Pengeringan (A)	Kondisi pH (B)		
	4 (b ₁)	5 (b ₂)	5,76 (b ₃)
40°C (a ₁)	10.31 C b	10.30 C b	9.92 C a
50°C (a ₂)	9.42 B ab	9.59 B b	9.24 B a
60°C (a ₃)	8.53 A b	8.05 A a	7.84 A a

Keterangan :

- Huruf kecil dibaca horizontal, huruf besar dibaca vertikal
- Setiap huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang berbeda nyata pada uji jarak ganda pada taraf 5%

Berdasarkan Tabel 7. Pada suhu 40°C, kondisi pH 5,76 berbeda dengan pH 4 dan 5, sedangkan antara pH 4 dan 5 tidak berbeda. Pada suhu 50°C, kondisi pH 4 tidak berbeda dengan kondisi pH 5 dan 5,76, sedangkan kondisi pH 5 berbeda dengan kondisi pH 5,76. Pada suhu 60°C, kondisi pH 4 berbeda dengan kondisi pH 5 dan 5,76, sedangkan kondisi pH 5 dan 5,76 tidak berbeda.

Pada kondisi pH 4, suhu 40°C, 50°C, dan 60°C berbeda, begitu juga dengan kondisi pH 5 dan 5,76 dengan suhu 40°C, 50°C, dan 60°C berbeda. Semakin lama pengeringan yang dilakukan pada suatu bahan maka rendemen semakin rendah, ini disebabkan karena air yang diuapkan semakin banyak. Hal ini sesuai pernyataan Desrosier, (1988), bahwa semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu pengeringan yang digunakan untuk mengeringkan suatu bahan, maka air yang menguap dari bahan akan semakin banyak. Begitu juga dengan kondisi pH semakin rendah kondisi pH maka rendemen serbuk umbi bit akan semakin tinggi. Hal ini dikarenakan pada kondisi pH 4 banyak penambahan asam sitrat yang digunakan sehingga rendemen serbuk akan lebih tinggi. Master (1979) menyatakan bahwa semakin tinggi total padatan pada bahan yang dikeringkan maka rendemen yang dihasilkan juga akan semakin tinggi.

4.2.5. Kelarutan

Pengukuran kelarutan bertujuan mengetahui jumlah zat yang dapat dilarutkan dalam pelarutnya. Berdasarkan hasil analisis variansi (ANOVA) menunjukkan bahwa suhu pengeringan dan interaksi antara suhu pengeringan dengan kondisi pH memberikan pengaruh nyata terhadap kelarutan serbuk pewarna alami umbi bit. Rata-rata kelarutan pada suhu pengeringan ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel. 8 Pengaruh Interaksi Suhu Pengeringan (A) dan Kondisi pH (B) Terhadap % Kelarutan Serbuk Umbi Bit

Suhu Pengeringan (A)	Kondisi pH (B)		
	4 (b ₁)	5 (b ₂)	5,76 (b ₃)
40°C (a ₁)	61.76 A a	64.22 A c	63.37 A b
50°C (a ₂)	65.86 B a	66.54 B a	66.25 B a
60°C (a ₃)	72.37 C c	70.16 C a	71.20 C b

Keterangan :

- Huruf kecil dibaca horizontal, huruf besar dibaca vertikal
- Setiap huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang berbeda nyata pada uji jarak ganda pada taraf 5%

Berdasarkan Tabel 8. Pada suhu 40°C, kondisi pH 4, 5 dan 5,76 berbeda, sedangkan pada suhu 50°C, kondisi pH 4, 5 dan 5,76 tidak berbeda. Pada suhu 60°C, kondisi pH 4, 5, dan 5,76. Kelarutan tersebut berhubungan dengan kadar air produk, semakin tinggi kadar air bubuk hasil pengeringan akan semakin sulit bubuk tersebut larut dalam air. Kelarutan berhubungan dengan kadar air bahan, dimana semakin tinggi kadar air kelarutan cenderung semakin kecil, karena jika kadar air tinggi terbentuk gumpalan–gumpalan sehingga dibutuhkan waktu yang lama untuk memecah ikatan antar partikel dan kemampuan produk untuk larut menurun, sebagai akibat total padatan yang tersaring pada kertas saring meningkat (Yunizal, 1999)

Pada kondisi pH 4, suhu 40°C, 50°C, dan 60°C berbeda, begitu juga dengan kondisi pH 5, dan 5,76 berbeda. Menurut Master (1979), semakin besar kelarutan produk bubuk maka akan semakin baik. Kelarutan tersebut berhubungan dengan kadar air produk, semakin tinggi kadar air bubuk hasil pengeringan akan semakin sulit bubuk tersebut larut dalam air. Kelarutan berhubungan dengan kadar air bahan, dimana semakin tinggi kadar air kelarutan cenderung semakin kecil, karena jika kadar air tinggi terbentuk gumpalan–gumpalan sehingga dibutuhkan waktu yang lama untuk memecah ikatan antar partikel dan kemampuan produk untuk larut menurun, sebagai akibat total padatan yang tersaring pada kertas saring meningkat.

Kelarutan serbuk dalam air dipengaruhi oleh kadar air bahan yang dilarutkan. Menurut Straatsma (1999), kadar air bahan yang tinggi menyebabkan bahan tersebut menjadi sulit menyebar atau terdispersi dalam air, karena bahan cenderung lengket. Dengan demikian tidak terbentuk pori-pori dan bahan tidak mampu menyerap air dalam jumlah besar (kapilaritasnya rendah). Disamping itu bahan yang kadar air lebih tinggi mempunyai permukaan yang sempit untuk dibasahi, massa partikelnya besar-besar sehingga saling lengket diantara massa partikel tersebut. Tingkat kelarutan bahan juga menentukan difusifitas komponen yang ada dalam bahan. Makin tinggi tingkat kelarutan dalam air maka difusifitas komponen kedalam bahan makin tinggi.

KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan waktu pengeringan yang terbaik adalah 6 jam.
2. Suhu pengeringan memberikan pengaruh yang nyata terhadap warna serbuk, warna produk (kue mangkuk sebelum dan setelah dikukus), kadar air, rendemen dan kelarutan serbuk umbi bit.
3. Kondisi pH memberikan pengaruh terhadap warna produk (kue mangkuk sebelum dan setelah dikukus), kadar air, rendemen, dan kelarutan, tetapi tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap warna serbuk umbi bit.
4. Interaksi antara suhu pengeringan dan kondisi pH memberikan pengaruh yang nyata terhadap warna produk (kue mangkuk sebelum dan sesudah dikukus), kadar air, rendemen, dan kelarutan, tetapi tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap warna serbuk umbi bit.
5. Produk serbuk pewarna alami umbi bit yang terpilih adalah pada perlakuan a₃ b₁, (suhu 60°C dan pH4) dengan kadar air 4 %, rendemen 8,53%, dan kelarutan 72,37%.

DAFTAR PUSTAKA

- Azizah, S.H. (2012), Aktifitas Antimalaria Pigmen Betalanin. Universitas Brawijaya. Malang.
- AOAC, (1995)., *Official Method of Analysis of The Association of Official Agriculture Chemistry*. Washington DC.
- Budiarto, H., (1991), Stabilitas Antosianin Manggis dalam Minuman Berkarbonat. Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor.
- Cahyadi, W., (2009), Analisis dan Aspek Kesehatan Bahan Tambahan Pangan. Cetakan Pertama. Penerbit Bumi Kasara. Jakarta
- Castellar, R., J.M. Obon., M. Alacid., and J.A.F. Lopes., (2003), *Color Properties And Stability Of Betacyanin From Opuntia Fruits*. J. Agric Food Chem. 51:2772-2776.
- Desrosier, Norman.W., (1988)., Teknologi Pengawetan Pangan. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Gasperz, V., (1995)., Teknik Analisis dalam Penelitian Percobaan. Jilid 1. Penerbit Tarsito. Bandung.
- Havlikova, L, K. Mikova and Kyzlink. (1983)., *Heat Stability of Betacyanins*. Lebensm Unters Forsch. 177: 247– 50.
- Henry, B.S., (1996)., *Natural Food Colorants*. Blackie Academic & Profesional.London.
- Herisdiano, A., (2008)., Aplikasi Pewarna Ekstrak Umbi Bit. Skripsi Teknologi Hasil Perikanan. IPB. Bogor.
- Karim, A.A. dan Wai, C.C. (1999). *Foam mat drying starfruit (Averrhoa carambola L.) puree. Stability and air drying characteristics*. J food Chemistry. 64 (1999) hal: 337-343.
- Khuluq, (2007)., Ekstraksi dan Stabilitas Betasianin daun Darah (*Alternanthera dentata*) Kajian Perbandingan Pelarut Air, Etanol dan Suhu Ekstraksi. *Jurnal Teknologi Pertanian*. Vol 8 No 3: 169-178.

- Kumar. R.P., (2005). *Studies on Foam Mat Drying*. Dalm Nurul (2012),. Jurnal Teknologi Kimia dan Industri. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Kurniati, B.W., (2002)., Pengaruh Suhu Ekstraksi dan Penambahan CMC terhadap Sifat Fisik dan Tingkat Kesukaan Instan Temulawak. Skripsi S-1. Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Wangsa Manggala. Yogyakarta.
- Kumalaningsih, Sri, dan Suprayogi, (2005)., Tekno Pangan Membuat Makanan Siap Saji. Trubus Agrisarana. Surabaya.
- Marwati. S., (2010)., Ekstraksi dan Preparasi zat warna alami Sebagai Indikator Titration Asam Basa. Prosiding Seminar Nasional Penelitian. Pendidikan dan Penerapan MIPA. FMIPA UNY.
- Mastuti., (2010)., Identifikasi Pigmen Betasianin Pada Beberapa Jenis Inflorescence Celosia. *Jurnal Biologi UGM*
- Misra, N. (2001)., *Process Technology for Tomato Powder*. Dalam Elmi (2012) Pembuatan Bubuk Sari Buah Tomat dengan Metode *Foam Mat Drying*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. Kalimantan Tengah
- Murtala, (1999)., Pengaruh Kombinasi Jenis dan Konsentrasi Bahan Pengisi Terhadap Kualitas Bubuk Sari Buah Markisa Siuh. Tesis Master. Universitas Brawijaya. Malang.
- Nurika., (2000)., Stabilitas Warna Bubuk Pewarna dari Ekstrak Angkak. *Jurnal Teknologi Pertanian*. Vol.3 No 1:67-77, hal 76
- Nurul, A., (2012)., Aplikasi Metode Foam Mat Drying Pada Proses Pengeringan Sepirulina. Jurnal Teknologi Kimia dan Industri, Universitas Diponegoro. Semarang.
- Reid, M., (1980)., *Effects Of pH And Ethephon on Betacyanin Leakage From beet root discs*. *Plant Physiol*.
- Ricky, H., (2011)., Pembuatan Tepung Pewarna Alami Dari Limbah Pengolahan Daging Rانjunan. Jurnal Industri *Agroindustrial Technology Departement FTP-UB*. Surabaya
- Rubatzky., (1998)., Sayuran Dunia 2. Penerbit ITB. Bandung.
- Septinawati, N. (2001). Pembuatan Sari wortel Instant Menggunakan Metode *Foam Mat Drying* Kajian Blanching dan Konsentrasi Dekstrin serta Analisis Break event Point (BEP) dan Payback Periode (PP). Skripsi TIP FTP Universitas Brawijaya. Malang.
- Soekarto, S. T., (1990)., Dasar-dasar Pengawasan dan Standarisasi Mutu Pangan. Cetakan Pertama. Penerbit Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Steenis., (2005)., Buah bit (*Beta vulgaris L.*), Penerbit PT Gramedia Pustaka Umum, Jakarta.
- Sutrisno, A.D., (1987)., Pembuatan dan Peningkatan Kualitas Zat Warna. Dalam Eries (2000), Ekstraksi Bit Sebagai Alternatif Pewarna Alami Pangan. IPB. Bogor.
- Suryanto, R. (2000)., Pembuatan Bubuk Sari Buah Sirsak (*Annona muricata*) dari Bahan Baku Pasta dengan Metode *Foam Mat Drying*. Kajian Suhu Pengeringan, Konsentrasi Dekstrin dan Lama Penyimpanan Bahan Baku Pasta. Tesis FTP Universitas Brawijaya. Malang.
- Tranggono, (1989)., Bahan Tambahan Pangan. PAU Pangan dan Gizi UGM Yogyakarta.

Widiana, (2000)., Ekstraksi Bit. Skripsi. Fakultas Pertanian. IPB. Bogor.

KARAKTERISASI SOFT PALM MIDFRACTION SEBAGAI BAHAN BAKU UNTUK SINTESIS COCOA BUTTER EQUIVALENTS SECARA TRANSESTERIFIKASI ENZIMATIK

Characterisation of soft Palm Midfraction as Starting Material for the Synthesis of Cocoa Butter Equivalents by Enzymatic Transesterification

Soenar Soekopitojo^{a*}, Purwiyatno Hariyadi^b, Tien R. Muchtadi^c, Nuri Andarwulan^b

^aProdi Pendidikan Tata Boga, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang

^bDepartemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor dan SEAFast Center, Institut Pertanian Bogor

^cDepartemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor Jalan Semarang 5, Malang 65145, Indonesia

*Email: soenar.soekopitojo.ft@um.ac.id

ABSTRACT

Soft palm midfraction (sPMF) along with each blend with fully hydrogenated soybean oil (FHSO) were studied for their physicochemical properties. The fat blends were used as substrates for the synthesis of cocoa butter equivalents by enzymatic transesterification. The main analysis were fatty acid composition, triacylglycerol (TAG) composition, solid fat content (SFC) and slip melting point (SMP). sPMF was dominant with palmitic (C16:0) and oleic (C18:1) acid which composed the main TAG POP (39.03%) and POO (19.62%). FHSO was dominated by PSS (38.05%) and SSS (35.11%) TAG. Each sPMF blend with FHSO can be considered as a potential substrate for the synthesis of the specific CBE TAG (POP, POS, SOS) by specific-1,3 lipase catalyst. The TAG composition of substrate represents a linear combination of the TAG composition of fat component of substrate, however the SFC values of substrate showed deviation from the theoretically calculated. SFC deviation indicated that eutectic effects to be present between each palm oil fraction with FHSO in substrate. The TAG compositions of starting materials and substrates were reflected in the SFC profile and the SMP.

Keywords: soft palm midfraction, triacylglycerol, solid fat content, cocoa butter equivalents

ABSTRAK

Soft palm midfraction (sPMF) beserta campurannya dengan fully hydrogenated soybean oil (FHSO) dipelajari sifat fisikokimianya. Campuran lemak tersebut digunakan sebagai substrat untuk sintesis cocoa butter equivalents (CBE) secara transesterifikasi enzimatik. Analisis utama meliputi komposisi asam lemak, komposisi triasilgliserol (TAG), solid fat content (SFC) dan slip melting point (SMP). sPMF dominan dengan asam palmitat (C16:0) dan asam oleat (C18:1) yang menyusun TAG utama POP (39.03%) dan POO (19.62%). FHSO didominasi oleh TAG PSS (38.05%) dan SSS (35.11%). Campuran sPMF dengan FHSO dapat dipertimbangkan sebagai substrat yang potensial untuk sintesis TAG khas CBE (POP, POS, SOS) dengan katalis lipase spesifik-1,3. Komposisi TAG substrat merepresentasikan kombinasi linear komposisi TAG lemak penyusunnya, tetapi nilai SFC substrat menunjukkan deviasi dari hasil perhitungan secara teoritik. Deviasi SFC mengindikasikan adanya efek eutektik antara sPMF dengan FHSO dalam substrat. Komposisi TAG bahan baku dan substrat tercermin dalam profil SFC dan SMP.

Kata kunci: soft palm midfraction, triasilgliserol, solid fat content, cocoa butter equivalents

PENDAHULUAN

Karakteristik penting dari minyak/lemak untuk modifikasi adalah kandungan asam lemak dan distribusinya dalam triasilgliserol (TAG). Pada banyak modifikasi enzimatis dimana produk yang dikehendaki adalah lipida terstruktur (*cocoa butter equivalents*, *milk fat substitutes*, *nutritional lipids*), reaksi harus menjamin bahwa asam lemak pada posisi sn-2 tetap tidak berubah, sehingga digunakanlah lipase spesifik-1,3. Selain itu, harus ada asam lemak yang diinginkan pada posisi sn-2 dari TAG awal. Dengan demikian, pada sintesis *cocoa butter equivalents* (CBE) lebih difokuskan pada penggunaan TAG dengan asam oleat pada posisi sn-2 sebagai bahan baku awal (Khumalo *et al.* 2002).

CBE didesain dengan sifat fisikokimia mirip *cocoa butter* (CB), sehingga sepenuhnya kompatibel dengan CB dan dapat dicampur dengan CB pada proporsi berapapun dalam formulasi cokelat tanpa mengakibatkan perubahan yang berarti pada kualitas akhir produk (Zaidul *et al.* 2007). CBE mempunyai peranan antara lain untuk memperbaiki toleransi terhadap lemak susu; meningkatkan daya simpan pada suhu tinggi; mengendalikan *blooming*; serta memberikan alternatif secara ekonomi dan fungsional lainnya terhadap penggunaan CB dalam formulasi cokelat (Wainwright 1999).

CB berkontribusi penting terhadap sifat-sifat tekstural dan sensori produk-produk cokelat *confectionery*. CB bersifat keras dan rapuh di bawah suhu ruang, tetapi ketika dimakan, CB meleleh sempurna di mulut dengan tekstur *creamy* yang lembut dan suatu sensasi dingin (Gunstone 2002). Karakteristik tersebut sebagai konsekuensi dari komposisi TAG CB yang hampir 80% didominasi oleh tiga TAG simetrik, *saturated-unsaturated-saturated* (StUSt), yaitu palmitat-oleat-palmitat (POP, 16.8-19.0%), palmitat-oleat-stearat (POS, 38.0-43.8%) dan stearat-oleat-stearat (SOS, 22.8-30.0%) (Lipp *et al.* 2001).

Interesterifikasi enzimatis untuk sintesis lemak dengan profil TAG yang mirip CB dapat dilakukan melalui reaksi transesterifikasi ataupun asidolisis. Transesterifikasi merupakan reaksi pertukaran gugus asil antara dua ester, yaitu antara dua triasilgliserol. Sedangkan asidolisis merupakan reaksi perpindahan gugus asil antara suatu asam dengan suatu ester, atau dapat diartikan sebagai inkorporasi asam lemak bebas baru ke dalam triasilgliserol (Willis dan Marangoni 2002). Reaksi transesterifikasi enzimatis untuk sintesis CBE antara lain telah dilakukan oleh Liu *et al.* (1997) dari minyak sawit dan tristearin; Abigor *et al.* (2003) dari *refined, bleached, deodorized palm oil* (RBDPO) dan *fully hydrogenated soybean oil* (FHSO); serta Liu *et al.* (2007) dari lard dan tristearin.

Dalam modifikasi TAG untuk CBE, substrat seharusnya mempunyai asam lemak *monounsaturated* pada posisi sn-2 dari asilgliserol dan lebih disukai residu asam oleat (Huyghebaert *et al.* 1994). Oleh karena itu, CBE yang kaya dengan POS dan SOS dapat dipersiapkan dari minyak yang secara alami tinggi kandungan POP dan SOS-nya. Berdasarkan pertimbangan harga pasar, maka minyak yang mengandung POP tinggi lebih disukai untuk produksi CBE secara enzimatis. Penggunaan lipase spesifik-1,3 sebagai katalis dalam proses produksi CBE lebih menguntungkan untuk substrat berbasis sawit, karena minyak sawit dan fraksi-fraksinya mengandung jumlah signifikan TAG simetrik (POP) yang merupakan satu dari TAG utama yang ada dalam CB (Goh 2002) dan akan lebih

mudah untuk dimodifikasi menjadi TAG POS dan SOS sebagai hasil reaksi antara TAG POP dengan bahan baku sumber asam stearat (Nielsen *et al.* 2000).

Seiring dengan perkembangan teknologi fraksinasi minyak sawit, maka saat ini berbagai produk dapat diperoleh dengan tingkat selektivitas tinggi. Operasi yang dilakukan secara multistap dapat menghasilkan banyak fraksi minyak sawit dengan karakteristik fisikokimia yang spesifik untuk aplikasi yang berbeda (Braipson-Danthine dan Gibon 2007). Di antara minyak nabati, minyak sawit menghasilkan produk fraksinasi yang paling banyak. Fraksi cair (olein, super olein dan top olein) dapat digunakan sebagai minyak goreng dan minyak salad, dan fraksi yang lebih keras (stearin dan *mid fractions*) mempunyai aplikasi sebagai ingredien minyak goreng, margarine, shortening, maupun *specialty fats* (*cocoa butter equivalents*) (Braipson-Danthine dan Gibon 2007).

Sementara itu, *fully hydrogenated soybean oil* (FHSO) yang merupakan bentuk minyak terhidrogenasi tanpa asam lemak trans serta rendah kalori, telah banyak diunggulkan oleh konsumen (Li *et al.* 2010). FHSO merupakan produk minyak terhidrogenasi sempurna yang relatif murah, dapat digunakan sebagai bahan baku untuk produksi yang berbasis interesterifikasi lemak. Selain itu, keuntungan penggunaan FHSO sebagai bahan baku adalah kandungan asam stearatnya yang tinggi (sekitar 85%) (Ribeiro *et al.* 2009) yang tidak *atherogenic*, sehingga tidak memberikan efek merugikan terhadap risiko penyakit kardiovaskuler.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik fisikokimia sPMF dan FHSO serta campurannya sebagai substrat untuk produksi CBE secara transesterifikasi enzimatis. Karakteristik fisikokimia utama yang diamati meliputi komposisi asam lemak, komposisi triasilgliserol, profil *solid fat content* (SFC) serta *slip melting point* (SMP).

BAHAN DAN METODE

Bahan. Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain *soft palm midfraction* (sPMF), *cocoa butter* (CB) (PT Karya Putrakreasi Nusantara, Wilmar Group, Medan), *Fully hydrogenated soybean oil* (FHSO) (Texas A&M University, USA). Standar triasilgliserol (TAG) murni (OOO, POO, SOO, PPP, SSS) dari Sigma (St. Louis, MO USA). Untuk melengkapi standar TAG, TAG murni dicampur dengan minyak/lemak yang telah diketahui komposisi TAG-nya, yaitu RBDPO (*refined bleached deodorized palm oil*), CB dan FHSO. Standar asam lemak (C8:0 sampai dengan C22:0) dari Supelco (Bellefonte, PA USA) serta bahan-bahan kimia untuk analisis.

Komposisi Asam Lemak. Analisis komposisi asam lemak (AOCS *Official Methods* Ce 1-62, 1997) dilakukan terhadap sPMF dan FHSO. Komposisi asam lemak ditentukan sebagai metil ester asam lemak (FAME, *fatty acid methyl ester*). Prosedur metilasi mengacu pada AOCS *Official Methods* Ce 2-66 (1997). Analisis komposisi asam lemak menggunakan GC (*Gas Chromatography*) (Shimadzu GC-9AM) yang dilengkapi dengan detektor FID (*Flame Ionization Detector*). Kolom yang digunakan adalah DB-23 (30 m, id 0.25 μ m). Penyuntikan sampel sebanyak 1 μ L menggunakan sistem langsung (*splitless mode*) dengan suhu injektor

250°C, suhu detektor 260°C, suhu kolom awal 140°C yang dipertahankan selama 6 menit. Peningkatan suhu kolom kemudian adalah 3°C per menit hingga suhu akhir 230°C dan dipertahankan selama 20 menit. Gas helium digunakan sebagai gas pembawa dengan tekanan 1 kg/cm², sedangkan tekanan gas hidrogen dan udara untuk FID masing-masing 0.5 kg/cm². Identifikasi dilakukan dengan menggunakan standar metil ester asam lemak dan kuantifikasi masing-masing jenis asam lemak dilakukan dengan perbandingan terhadap standar internal C17:0.

Kadar Air. Kadar air sPMF dan FHSO dianalisis mengikuti metode AOCS Ca 2b-38 (1997). Sampel ditimbang dengan teliti sebanyak 5-20 gram, dimasukkan ke dalam gelas kimia kering yang telah ditimbang. Sampel dipanaskan di atas pemanas, gelas kimia diputar perlahan-lahan dengan tangan untuk menghindari percikan minyak terbuang. Akhir analisis ditandai dengan hilangnya bunyi gemericik dan tidak terbentuk busa pada sampel. Metode lain untuk menetapkan titik akhir analisis adalah dengan meletakkan gelas arloji kering dan bersih di atas gelas kimia sampai terjadi kondensasi pada gelas arloji. Pemanasan sampel selama analisis berlangsung tidak boleh melebihi suhu 130°C kecuali pada akhir analisis. Pemanasan dihentikan pada saat mulai terbentuk asap. Gelas kimia didinginkan dalam desikator pada suhu ruang, kemudian ditimbang.

Kadar Asam Lemak Bebas. Kadar asam lemak bebas fraksi-fraksi minyak sawit dan FHSO dianalisis sesuai metode AOCS Ca 5a-40 (1997). Sebelum ditimbang sampel harus dalam keadaan cair dan homogen serta tidak boleh dipanaskan sampai lebih dari 10°C di atas titik lelehnya. Sampel ditimbang dengan teliti dengan berat sampel mengacu pada tabel AOCS Ca 5a-40, kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Selanjutnya ke dalam erlenmeyer ditambahkan alkohol netral yang sudah dipanaskan pada suhu 60°C, lalu dikocok sampai semua larut dan homogen. Sampel selanjutnya dititrasi dengan NaOH 0.1 N menggunakan indikator fenoltalein hingga terbentuk warna merah muda yang stabil selama 30 detik. Kadar asam lemak bebas diukur sebagai asam oleat dan asam palmitat.

Komposisi Triasilgliserol. Analisis komposisi TAG mengacu pada metode yang dimodifikasi dari AOCS *Official Methods* Ce 5c (1997). Komposisi TAG sPMF dan FHSO serta campuran fraksi minyak sawit tersebut dengan FHSO dianalisis menggunakan HPLC *Hewlett Packard series* 1100 dengan detektor *Refractive index* (RI). Sampel dilarutkan dalam aseton atau campuran aseton : kloroform (2:1 v/v) dengan konsentrasi 5%, lalu disuntikkan ke dalam HPLC sebanyak 20 µL. HPLC yang digunakan memiliki tipe pompa isokratik dengan laju aliran fase gerak (aseton : asetonitril, 85 : 15 v/v) 0.8 mL/menit. Kolom yang digunakan adalah dua kolom C-18 (Microsorb MV dan Zorbax Eclipse XDB-C18, 4,6 x 250 mm, ukuran partikel 5 µm) yang dipasang secara seri.

Solid Fat Content (SFC). Analisis SFC (IUPAC 2.150 ex 2.323, 1987 untuk *tempering fats*) terhadap sPMF dan FHSO serta campuran masing-masing fraksi minyak sawit tersebut

dengan FHSO menggunakan *Bruker Minispec PC 100 NMR Analyzer*. Sebelum analisis, sampel dilelehkan terlebih dahulu pada suhu 80°C. Sampel dimasukkan ke dalam tabung NMR dengan menggunakan pipet tetes sebanyak 2.5 mL (setinggi *dry block*), lalu dipanaskan pada suhu 60°C selama 30 menit pada alat pemanas kering. Setelah itu sampel disimpan pada suhu 0°C selama 90 menit, selanjutnya sampel disimpan selama 40 jam pada suhu 26°C. Sampel disimpan lagi pada suhu 0°C selama 90 menit. Setelah itu sampel diinkubasi pada suhu 10, 20, 25, 30, 35 dan 40°C selama 60 menit. Setelah inkubasi, sampel siap dianalisis. Kalibrasi NMR menggunakan standar SFC 0%, 31.5% dan 72.9%.

Slip Melting Point (SMP). Analisis SMP (AOCS *Official Methods* Cc 3-25, 2005) dilakukan terhadap sPMF dan FHSO serta fraksi minyak sawit tersebut dengan FHSO. Sampel yang telah disaring dilelehkan dan dimasukkan ke dalam tabung kapiler (3 buah) setinggi 1 cm. Selanjutnya disimpan dalam *refrigerator* pada suhu 4-10°C selama 16 jam. Tabung kapiler diikatkan pada termometer dan termometer tersebut dimasukkan ke dalam gelas kimia (600 mL) berisi air (sekitar 300 mL). Suhu air dalam gelas kimia diatur pada suhu 8 – 10°C di bawah titik leleh sampel dan suhu air dipanaskan pelan-pelan (dengan kenaikan 0.5°C – 1°C/menit) dengan pengadukan (*magnetic stirrer*). Pemanasan dilanjutkan dan suhu diamati dari saat sampel meleleh sampai sampel naik pada tanda batas atas. *Slip melting point* dihitung berdasarkan rata-rata suhu dari ketiga sampel yang diamati.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik sPMF dan FHSO

Karakteristik fisikokimia sPMF disajikan pada Tabel 1 yang meliputi komposisi asam lemak, kadar air serta kadar asam lemak bebas (ALB). Sedangkan pada Tabel 2 dapat dilihat komposisi triasilgliserol (TAG), profil *solid fat content* (SFC) serta *slip melting point* (SMP) *soft Palm Midfraction*. Pada kedua tabel tersebut dapat juga dilihat karakteristik fisikokimia minyak kedelai terhidrogenasi sempurna (*fully hydrogenated soybean oil*, FHSO) sebagai campuran sPMF untuk substrat dalam sintesis *cocoa butter equivalents* (CBE) secara transesterifikasi enzimatis.

Fraksi minyak sawit sPMF dikarakterisasi dengan kandungan asam palmitat (C16:0) dan asam oleat (C18:1) tinggi, masing-masing 48.75% dan 35.30%. sPMF juga mengandung asam linoleat (C18:2) dalam jumlah yang signifikan dengan konsentrasi 9.65%. Berdasarkan ketidakjenuhannya, sPMF mengandung asam lemak jenuh (*saturated fatty acids*, StFA) sebesar 54.48% serta mengandung asam lemak tidak jenuh tunggal (*monounsaturated fatty acids*, MUFA) dan jamak (*polyunsaturated fatty acids*, PUFA) masing-masing 35.55% dan 9.97%.

Tabel 1. Komposisi asam lemak (AL), kadar air dan kadar asam lemak bebas (ALB) sPMF dan FHSO

Karakteristik	Bahan Baku	
	sPMF	FHSO
Komposisi AL (%b/b):		
C12:0 (Laurat, La)	0.25	0.21

C14:0 (Miristat, Mi)	1.11	0.71
C16:0 (Palmitat, P)	48.75	23.86
C16:1 (Palmitoleat, Po)	0.14	nd*
C18:0 (Stearat, S)	4.05	73.14
C18:1 (Oleat, O)	35.30	0.67
C18:2 (Linoleat, L)	9.65	0.97
C18:3 (Linolenat, Ln)	0.32	nd
C20:0 (Arakhidat, A)	0.32	0.29
C22:0 (Behenat, B)	nd	0.15
<i>Saturated FA**</i>	54.48	98.36
<i>Monounsaturated FA</i>	35.55	0.67
<i>Polyunsaturated FA</i>	9.97	0.97
Kadar air (%b/b)	0.05	0.10
Kadar ALB (%b/b)	0.10	0.17

*nd = tidak terdeteksi

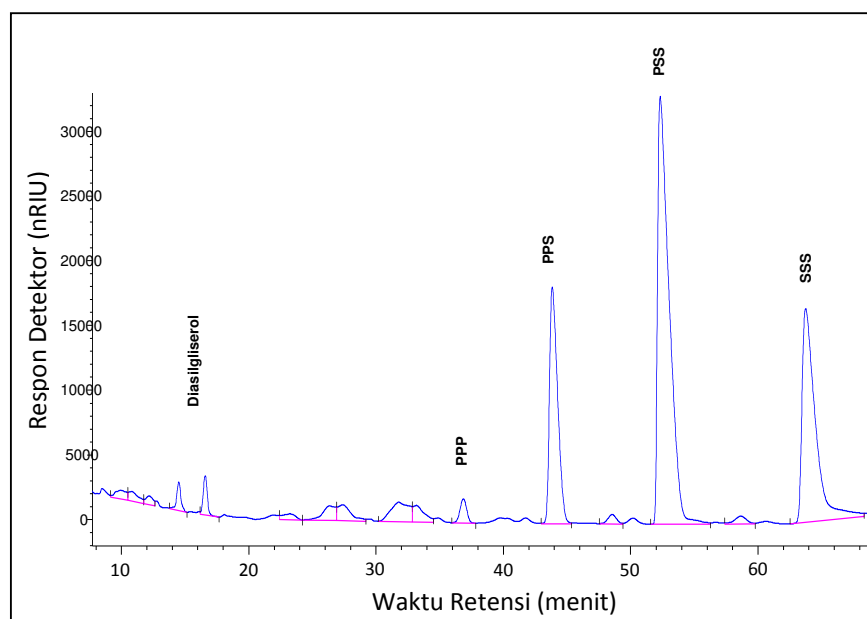
**FA = Fatty acids

Komposisi asam lemak hasil penelitian ini berada dalam kisaran komposisi asam lemak yang telah dilaporkan Noor Lida *et al.* (2002), Zaliha *et al.* (2004) dan Tarmizi *et al.* (2007). Komposisi asam lemak minyak sawit sangat bervariasi tidak hanya berbeda dari pohon ke pohon, tetapi ada yang mendasari pola-pola komposisi asam lemak yang khas untuk wilayah tertentu. Kualitas minyak sawit juga dipengaruhi oleh kualitas buah, kematangan dan penyimpanan, serta proses pemurnian selanjutnya (Sarmidi *et al.* 2009).

Sementara itu, FHSO dominan dengan asam lemak jenuh (StFA) (98.36%), terutama terdiri atas asam stearat (C18:0) (73.14%) diikuti oleh asam palmitat (C16:0) (23.86%). FHSO pada penelitian ini relatif lebih rendah kandungan asam stearatnya dibandingkan dengan FHSO yang digunakan pada penelitian Ribeiro *et al.* (2009) dan Li *et al.* (2010) yang masing-masing mengandung asam stearat 86.62% dan 82.6%.

Kadar air sPMF dan FHSO pada penelitian ini masing-masing sebesar 0.04% dan 0.10% (b/b), sedangkan kadar asam lemak bebas (ALB) masing-masing sebesar 0.10% dan 0.17% (b/b). Pada sebagian besar lipase, kandungan air yang rendah (< 5%) diperlukan untuk transesterifikasi atau interesterifikasi yang optimal (Santini *et al.* 2009). Sedangkan asam lemak bebas merupakan salah satu parameter mutu yang penting dalam industri minyak sawit sebagai indikator tingkat kerusakan minyak (Tan *et al.* 2009).

Hasil analisis komposisi TAG menunjukkan bahwa sPMF mempunyai distribusi TAG yang berbeda dengan FHSO. Pada Gambar 1 dapat dilihat profil kromatogram hasil analisis komposisi TAG sPMF dan FHSO menggunakan HPLC. Komposisi TAG sPMF dan FHSO selengkapnya disajikan pada Tabel 2, termasuk juga SFC pada berbagai suhu pengukuran serta SMP masing-masing bahan baku. sPMF mempunyai kandungan TAG POP sebesar 39.03% dan TAG POO sebesar 19.62%. sPMF juga mengandung TAG PLP dan PLO dalam jumlah yang signifikan.



Gambar 1. Profil kromatogram hasil analisis komposisi TAG sPMF (atas) dan FHSO (bawah) menggunakan HPLC

Tabel 2. Komposisi TAG, SFC dan SMP Fraksi Minyak Sawit sPMF dan FHSO serta campuran sPMF/FHSO pada berbagai rasio berat

Karakteristik	Bahan Baku		Rasio sPMF/FHSO					
	sPMF	FHSO	(b/b)	(2:1)	(3:2)	(1:1)	(2:3)	(1:2)
Komposisi TAG (%area):	1.85	nd	1.56	1.39	1.33	1.20	1.15	
PLL	1.66	nd	1.38	1.37	1.29	1.25	1.20	
OLO	8.49	nd	6.12	5.65	4.85	4.13	3.83	
PLO	9.04	nd	6.01	5.58	4.54	3.71	3.13	
PLP	3.46	nd	3.11	2.84	2.79	2.59	2.52	
OOO	19.62	nd	13.92	12.83	10.87	9.04	8.15	
POO	39.03	nd	26.10	23.21	19.23	15.37	13.29	
POP	1.67	1.25	1.61	1.56	1.54	1.37	1.35	
PPP	2.43	nd	1.95	1.79	1.70	1.36	1.21	
SOO	7.58	nd	5.17	4.72	4.03	3.16	2.70	
POS	0.39	13.75	4.99	5.66	6.96	8.19	9.39	
PPS	0.93	nd	0.72	0.69	0.58	0.58	0.51	
SOS	nd	38.05	12.96	14.70	18.38	22.12	25.20	
PSS	nd	35.11	11.90	13.61	17.17	20.87	22.91	
SSS	3.86	11.84	2.51	4.42	4.71	5.04	3.45	
TAG lain								
DAG	4.63	3.15	4.24	4.21	4.06	3.98	3.69	
ALB**(b/b)	0.10	0.17	0.12	0.13	0.14	0.14	0.15	
St3	2.06	88.16	31.46	35.53	44.05	52.56	58.85	
St2U	56.58	nd	37.99	34.19	28.40	22.82	19.63	
StU2	32.39	nd	23.55	21.65	18.75	15.74	14.35	
U3	5.12	nd	4.49	4.21	4.09	3.84	3.73	
SFC, % (tempering 40 jam, 26°C):								
10	61.33	90.12	67.94	71.70	74.14	74.14	75.47	
20	33.93	89.33	47.15	52.75	60.05	60.05	63.83	
25	10.68	89.12	45.61	51.92	59.58	59.58	63.26	
30	4.30	88.81	44.92	51.42	58.91	58.91	62.90	
35	1.88	88.26	41.94	50.32	57.96	57.96	62.11	
40	0	87.27	36.63	46.54	54.85	54.85	59.78	
Slip Melting Point (SMP, °C)	29.6-30.9	59.5-60.2	54.0-54.6	56.4-57.8	56.8-57.8	56.8-57.8	57.6-58.4	

*nd = tidak terdeteksi

**Kadar ALB diperoleh melalui perhitungan kadar ALB bahan baku

Komposisi TAG sPMF tidak berbeda jauh dengan hasil-hasil penelitian yang telah dilaporkan sebelumnya, tetapi konsentrasi TAG POP-nya relatif lebih rendah dibandingkan dengan konsentrasi TAG POP pada sPMF yang dilaporkan oleh Braipson-Danthine dan Gibon (2007), yaitu 51.75% dan 44.52% dan Calliau *et al.* (2007), yaitu 48.90% dan 40.75%. Fraksi minyak sawit sPMF juga mengandung sejumlah kecil diasilgliserol (DAG). Menurut Ramli *et al.* (2008), DAG lebih terpisah ke dalam fase olein dibandingkan dengan fraksi stearin selama fraksinasi minyak sawit. Sedangkan selama fraksinasi olein sawit, DAG

lebih terkonsentrasi pada superolein dibandingkan dengan fraksi sPMF (Calliauw *et al.* 2007).

Sementara itu, FHSO didominasi oleh TAG PSS (38.05%) dan SSS (35.11%). Konsentrasi TAG SSS pada FHSO pada penelitian ini jauh lebih rendah dibandingkan dengan konsentrasi TAG SSS pada FHSO yang dilaporkan oleh peneliti lain, yaitu 63.35% (Ribeiro *et al.* 2009) dan 78.0% (Li *et al.* 2010). Sebaliknya konsentrasi TAG PSS dan PPS lebih tinggi dari konsentrasi TAG PSS dan PPS pada FHSO yang dilaporkan oleh Ribeiro *et al.* (2009), masing-masing 30.79% dan 4.17%, serta Li *et al.* (2010), yaitu 22.0% untuk PSS dan tidak terdeteksi adanya PPS.

Silva *et al.* (2009) mengelompokkan TAG menjadi empat kelompok menggunakan lambang U untuk gugus asam lemak tidak jenuh (*unsaturated*) dan St untuk gugus asam lemak jenuh (*saturated*). Kelompok 1, TAG yang terdiri atas jenis UUU/StUU (rasio 1:1) dengan titik leleh berkisar antara -13 sampai 1°C. Kelompok 2, TAG yang terutama terdiri atas jenis StUU yang meleleh pada 6 – 23°C. Kelompok 3 dan 4 terdiri atas TAG *disaturated* (StStU) dan *trisaturated* (StStSt) yang masing-masing meleleh pada 27 – 42°C dan 56 – 65°C. Pengelompokan TAG tersebut pada masing-masing bahan baku juga dapat dilihat pada Tabel 2. sPMF dominan dengan TAG St2U diikuti oleh TAG StU2. Sementara itu, FHSO tersusun atas kelompok TAG St3 dalam jumlah besar, yaitu sekitar 88.16%.

SFC dapat mengidentifikasi persentasi bagian padat dalam lipida pada berbagai suhu. Oleh karena itu, SFC menjadi parameter penting untuk menganalisis sifat-sifat lemak padat seperti margarine dan shortening (Li *et al.* 2010). Hasil analisis SFC menunjukkan bahwa sPMF mempunyai nilai SFC relatif tinggi pada suhu rendah dan terjadi penurunan yang cukup tajam sampai suhu 25°C, kemudian laju penurunan nilai SFC-nya relatif konstan sampai suhu sekitar 30-35°C. Sementara itu, FHSO mempunyai nilai SFC yang sangat tinggi pada semua suhu pengukuran dan penurunan nilai SFC-nya relatif kecil dengan meningkatnya suhu pengukuran.

Nilai SFC yang tinggi berkaitan dengan tingginya kandungan TAG St3 yang bertitik leleh tinggi. Hal itu juga berkaitan dengan *slip melting point* (SMP) FHSO yang lebih tinggi dibandingkan dengan sPMF. sPMF dominan dengan TAG St2U, sedangkan FHSO dominan dengan TAG St3. Menurut Braipson-Danthine dan Gibon (2007), ada hubungan yang jelas antara komposisi TAG, sifat pelelehan dan perilaku polimorfik dari minyak sawit dan fraksi-fraksinya.

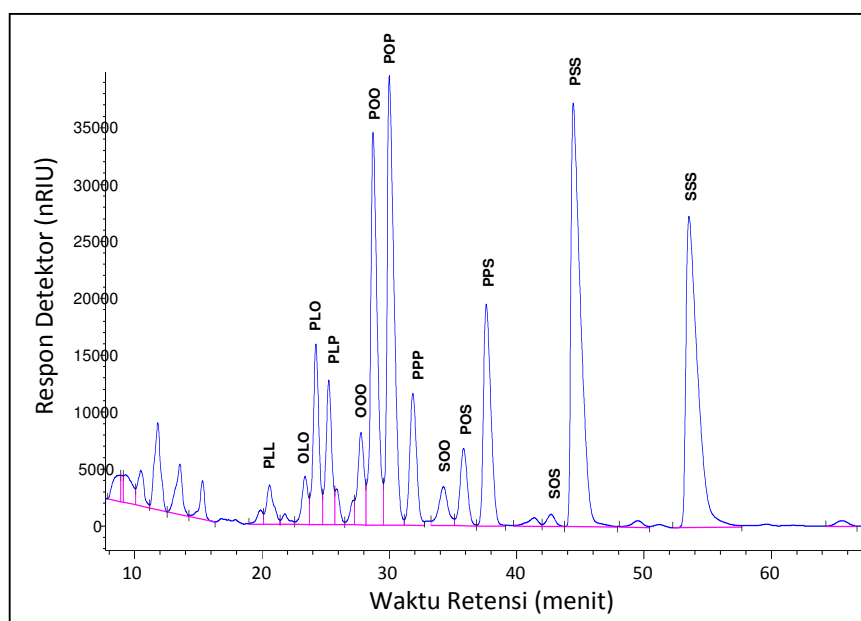
Komposisi TAG Substrat Untuk Sintesis CBE

Substrat yang digunakan untuk sintesis CBE secara transesterifikasi enzimatis pada penelitian ini merupakan campuran dari sPMF dengan FHSO. Pada Tabel 2 juga disajikan komposisi TAG substrat campuran sPMF dengan FHSO pada berbagai rasio berat. Secara umum, komposisi TAG substrat merepresentasikan kombinasi linear komposisi minyak/lemak yang terdapat di dalam campuran substrat tersebut. Sebagai contoh, jika proporsi sPMF meningkat, maka proporsi POP, POO, PLP, PLO dan TAG lain dalam sPMF tersebut juga meningkat dalam substrat. Demikian pula sebaliknya bila proporsi FHSO

meningkat, maka proporsi SSS, PSS, PPS serta TAG lain dalam FHSO juga akan meningkat dalam substrat. Profil kromatogram hasil analisis komposisi TAG substrat sPMF/ FHSO disajikan pada Gambar 2.

Profil SFC dan SMP Substrat Untuk Sintesis CBE

SFC adalah jumlah kristal lemak yang terdapat dalam campuran minyak/lemak yang menentukan karakteristik berbagai produk, seperti sifat pelelehan maupun sifat organoleptik produk. SFC menentukan kesesuaian dari minyak dan lemak untuk aplikasi khusus. Secara umum, SFC dari komponen minyak dan lemak bertanggung jawab terhadap berbagai karakteristik produk, meliputi penampakan umum, kemudahan untuk dikemas, daya oles, peresapan minyak dan sifat-sifat organoleptik (Noor Lida dan Ali 1998). SFC juga dapat digunakan untuk mempelajari kompatibilitas lemak dengan menentukan perubahan persen padatan pada berbagai proporsi lemak (Noor Lida *et al.* 2002).



Gambar 2. Profil kromatogram hasil analisis komposisi TAG substrat sPMF/FHSO menggunakan HPLC

Profil SFC substrat sPMF/FHSO pada berbagai rasio berat juga disajikan pada Tabel 2. SFC substrat tidak merepresentasikan kombinasi linear dari SFC lemak murninya tidak seperti halnya dengan komposisi TAG. Walaupun demikian, komposisi TAG substrat tercermin dalam profil SFC (Noor Lida *et al.* 2002). Pada masing-masing jenis substrat, ada kecenderungan bahwa semakin tinggi proporsi FHSO dalam substrat, semakin tinggi pula SFC pada masing-masing suhu pengukuran walaupun tidak proporsional.

Menurut Jin *et al.* (2008), nilai negatif dari deviasi SFC (ΔSFC) yang semakin tinggi mengindikasikan efek eutektik yang kuat. Deviasi SFC (ΔSFC) diperoleh sebagai hasil pengurangan dari SFC hasil pengukuran dengan SFC hasil perhitungan secara teoritik masing-masing substrat pada semua suhu pengukuran.

Sedangkan menurut Noor Lida *et al.* (2006), interaksi eutektik seringkali diamati pada campuran minyak dan merupakan indikator ke-tidak kompatibel-an (*incompatibility*) di antara lemak-lemak tersebut. Interaksi ini cenderung terjadi jika lemak-lemak tersebut berbeda dalam volume molekul, bentuk atau polimorfik. Efek eutektik biasanya tidak diinginkan, tetapi pada kasus margarine dan shortening, efek ini menguntungkan.

Efek eutektik tertinggi terlihat pada substrat sPMF/FHSO pada suhu 20°C pada rasio berat 3:2. Sebagai ilustrasi, pada Tabel 3 dapat dilihat hasil perhitungan nilai deviasi SFC untuk substrat sPMF/FHSO. Secara umum, nilai negatif dari deviasi SFC substrat sPMF/FHSO pada suhu 20°C lebih tinggi dibandingkan dengan substrat sPMF/FHSO pada suhu 10°C. Pada suhu tersebut, TAG bertitik leleh rendah akan mulai mengkristal secara bebas dalam sistem dan cenderung memperlihatkan efek eutektik karena tidak dapat bercampur dengan TAG bertitik leleh tinggi (Noor Lida *et al.* 2002). Analogi yang sama juga dapat diterapkan pada nilai deviasi SFC yang positif yang terlihat pada hasil pengukuran SFC pada penelitian ini, bahwa semakin tinggi nilai positif deviasi SFC maka semakin tinggi pula efek eutektik pada campuran kedua minyak/lemak tersebut.

Tabel 3. Deviasi SFC (Δ SFC) substrat sPMF/FHSO pada berbagai rasio berat pada berbagai suhu pengukuran

Suhu Pengukuran	Rasio Berat Substrat (sPMF/FHSO)				
	(2 : 1)	(3 : 2)	(1 : 1)	(2 : 3)	(1 : 2)
10°C	-5.13	-4.90	-4.02	-4.46	-5.05
20°C	-8.08	-8.94	-8.88	-7.12	-7.03
25°C	5.44	3.56	2.03	1.84	0.29
30°C	8.83	6.82	4.87	3.90	2.26
35°C	6.76	5.51	5.25	4.26	2.65
40°C	2.30	1.72	2.91	2.49	1.60

Pada Tabel 2 disajikan pula SMP masing-masing substrat sPMF dengan FHSO pada berbagai rasio berat. Semua jenis substrat pada berbagai rasio berat mempunyai SMP di atas 50°C, karena didominasi oleh TAG bertitik leleh tinggi/sangat tinggi (St2U, St3). Secara umum, substrat sPMF/FHSO mempunyai nilai SMP berkisar antara 53.0-58.4°C. Sementara itu, proporsi FHSO dalam substrat yang semakin tinggi akan memberikan nilai SMP yang semakin tinggi pula, karena FHSO dominan dengan TAG bertitik leleh sangat tinggi StStSt.

Pada beberapa kasus, hubungan kesetimbangan dari campuran TAG murni ditentukan dengan mengukur titik lelehnya, tetapi tidak ada titik leleh tunggal untuk lemak alami yang tersusun dari sejumlah TAG yang berbeda (Zhou dan Hartel 2006). Titik leleh lemak dapat ditentukan dengan banyak metode, seperti *clear point*, *softening point*, *slip melting point* atau *Wiley melting point*.

KESIMPULAN

Fraksi minyak sawit sPMF dominan dengan asam palmitat (C16:0) dan asam oleat (C18:1) yang menyusun TAG POP dan POO sebagai TAG utamanya. Sedangkan FHSO didominasi oleh asam stearat (C18:0) dan asam palmitat (C16:0) yang menyusun TAG utama PSS dan SSS. Campuran sPMF dengan FHSO dapat dianggap sebagai substrat yang potensial untuk sintesis TAG khas CBE (POP, POS, SOS) dengan katalis lipase spesifik-1,3.

Komposisi TAG substrat merepresentasikan kombinasi linear komposisi TAG minyak/lemak penyusunnya, tetapi hasil pengukuran SFC substrat menunjukkan adanya deviasi dari hasil perhitungan secara teoritik. Deviasi SFC mengindikasikan adanya efek eutektik dari sPMF dengan FHSO yang ada dalam substrat, sekaligus mengindikasikan bahwa lemak penyusun substrat tersebut tidak kompatibel. Komposisi TAG substrat dan bahan baku penyusunnya tercermin dalam profil SFC dan SMP.

DAFTAR PUSTAKA

- Abigor RD, Marmer WN, Foglia TA, Jones KC, DiCiccio RJ, Ashby R, Uadia PO. 2003. Production of cocoa butter-like fats by the lipase-catalyzed interesterification of palm oil and hydrogenated soybean oil. *J Am Oil Chem Soc* 80(12):1193-1196.
- [AOCS] American Oil Chemists' Society. 2005. *Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society*. Illinois: Am Oil Chem Soc Press, Champaign.
- Braipson-Danthine S, Gibon V. 2007. Comparative analysis of triacylglycerol composition, melting properties and polymorphic behavior of palm oil and fractions. *Eur J Lipid Sci Technol* 109:359-372.
- Calliauw G, Gibon V, Grey W de, Plees L, Foubert I, Dewettinck K. 2007. Phase composition during palm olein fractionation and its effect on soft PMF and superolein quality. *J Am Oil Chem Soc* 84:885-891.
- Goh EM. 2002. Applications and uses of palm and palm kernel oils in speciality products. *Malaysian Oil Science and Technology* 11(1):46-50
- Gunstone FD. 2002. Food applications of lipids. Di dalam: Akoh CC, Min DB, editor. *Food Lipids Chemistry, Nutrition, and Biotechnology*. Ed ke-2. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Huyghebaert A, Verhaeghe D, Moor H de. 1994. Fat products using chemical and enzymatic interesterification. Di dalam: Moran DPJ, Rajah KK, editor. *Fats In Food Products*. London: Blackie Academic & Professional.
- [IUPAC] International Union of Pure and Applied Chemistry Norm Version. 1987. 2.150 (Ex 2.323) *Solid Content Determination in Fats by NMR (Low Resolution Nuclear Magnetic Resonance)*.
- Jin Q, Zhang T, Shan L, Liu Y, Wang X. 2008. Melting and solidification properties of palm kernel oil, tallow and palm olein blends in the preparation of shortening. *J Am Oil Chem Soc* 85:23-28.
- Khumalo LW, Majoko L, Read JS, Ncube I. 2002. Characterization of some underutilized vegetable oils and their evaluation as starting materials for lipase-catalysed production of cocoa butter equivalents. *Industrial Crops and Products* 16:237-244.
- Li D, Adhikari P, Shin JA, Lee JH, Kim YJ, Zhu XM, Hu JN, Jin J, Akoh CC, Lee KT. 2010. Lipase-catalyzed interesterification of high oleic sunflower oil and fully hydrogenated soybean oil comparison of batch and continuous reactor for production of zero trans shortening fats. *LWT – Food Science and Technology* 43:458-464.

- Lipp M, Simoneau C, Ulberth F, Anklam E, Crews C, Brereton P, Greyt W de, W Schwack W, Wiedmaiers C. 2001. Composition of genuine cocoa butter and cocoa butter equivalents. *Journal of Food Composition and Analysis* 14:399-408.
- Liu KJ, Chang HM, Liu KM. 2007. Enzymatic synthesis of cocoa butter analog through interesterification of lard and tristearin in supercritical carbon dioxide by lipase. *Food Chemistry* 100:1303-1311.
- Liu, KJ, Cheng HM, Chang RC, Shaw JF. 1997. Synthesis of cocoa butter equivalent by lipase-catalyzed interesterification in supercritical carbon dioxide. *J Am Oil Chem Soc* 74(11):1477-1482.
- Nielsen K, Oliefabrik A, Bruunsgade MP. 2000. *Interesterification in Use for the Production of Confectionery Fats*. <http://www.soci.org> [23 Februari 2007].
- Noor Lida HMD, Md. Ali AR. 1998. Physicochemical characteristics of palm-based oil blends for the production of reduced fat spreads. *J Am Oil Chem Soc* 75(11):1625-1631.
- Noor Lida HMD, Sundram K, Siew WL, Aminah A, Mamot S. 2002. TAG composition and solid fat content of palm oil, sunflower oil, and palm kernel olein blends before and after chemical interesterification. *J Am Oil Chem Soc* 79(11):1137-1144.
- Noor Lida HMD, Sundram K, Idris NA. 2006. DSC study on the melting properties of palm oil, sunflower oil, and palm kernel olein blends before and after chemical interesterification. *J Am Oil Chem Soc* 83(8):739-745.
- Ramli MR, Siew WL, Cheah KY. 2008. Properties of high-oleic palm oils derived by fractional crystallization. *Journal of Food Science* 73(3):C140-C145.
- Ribeiro APB, Grimaldi R, Gioielli LA, Goncalves LAG. 2009. Zero trans fat from soybean oil and fully hydrogenated soybean oil: Physico-chemical properties and food applications. *Food Research International* 42:401-410.
- Santini S, Crowet JM, Thomas A, Paquot M, Vandenbol M, Thonart P, Wathélet JP, Blecker C, Lognay G, Brasseur R, Lins L, Charlotiaux B. 2009. Study of *Thermomyces lanuginosa* lipase in the presence of tributylglycerol and water. *Biophysical Journal* 96: 4814-4825.
- Sarmidi MR, El Enshasy HA, Hamid MA. 2009. Oil palm: the rich mine for pharma, food and fuel industries. *Am-Euras J Agric & Environ Sci* 5(6):767-776.
- Silva RC, Cotting LN, Poltronieri TP, Balcao VM, de Almeida DB, Goncalves LAG, Grimaldi R, Gioielli LA. 2009. The effects of enzymatic interesterification on the physical-chemical properties of blends of lard and soybean oil. *LWT – Food Science and Technology* 42: 1275-1282.
- Tan CH, Ghazali HM, Kuntom A, Tan CP, Ariffin AA. 2009. Extraction and physicochemical properties of low free fatty acid crude palm oil. *Food Chemistry* 113:645-650.
- Tarmizi AHA, Siew WL, Kuntom A. 2008. Production of palm oil reference materials for the determination of solid fat content. *Journal of Food Quality* 31:673-685.
- Wainwright B. 1999. Specialty fats and oils. Di dalam: Widlak N, editor. *Physical Properties of Fats, Oils and Emulsifiers*. Illinois: Am Oil Chem Soc Press, Champaign.
- Willis WM, Marangoni AG. 2002. Enzymatic Interesterification. Di dalam: Akoh CC, Min DB, editor. *Food Lipids Chemistry, Nutrition and Biotechnology*. Ed ke-2. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Zaidul ISM, Nik Norulaini NA, Mohd Omar AK, Smith Jr RL. 2007. Blending of supercritical carbon dioxide (SC-CO₂) extracted palm kernel oil fractions and palm oil to obtain cocoa butter replacers. *Journal of Food Engineering* 78: 1397-1409.

- Zaliha O, Chong CL, Cheow CS, Norizzah AR, Kellens MJ. 2004. Crystallization properties of palm oil by dry fractionation. *Food Chemistry* 86:245-250.
- Zhou Y, Hartel RW. 2006. Phase Behavior of Model Lipid System: Solubility of High-Melting Fats in Low-Melting Fats. *J Am Oil Chem Soc* 83(6):505-511.

**PENGEMBANGAN PENGOLAHAN MINUMAN FUNGSIONAL DAUN
BLACK MULBERRY YANG DIPENGARUHI PERBANDINGAN AIR
DENGAN DAUN TEH DAN WAKTU MASERASI TERHADAP KANDUNGAN
TANIN DAN TEAFLAVIN**

***Development of Functional Beverage Processing Black Mulberry Leaves
That Influenced Water With Tea Leaves Ratio And Maceration Time To
Content Tannins and Teaflavin***

Yusman Taufik¹⁾ Tantan Widianara²⁾ Yudi Garnida³⁾

1) , 2), 3) Teknologi Pangan Fakultas Teknik Universitas Pasundan
Jl. Dr. Setiabudhi No 193, Bandung, Indonesia
email : yusman_taufik@yahoo.com

ABSTRACT

Beverage processing technology black mulberry leaf is one commodity utilization of mulberry, The aim of this research was to study the effect of water with the ratio of tea leaves and maceration time on the content of tannins and teaflavin beverage products made from black mulberry leaves. Research design used was completely randomized design consisting of two factors, the first factor (A) is a comparison of water with tea leaves, with level 1: 5 (a₁), 1: 10 (a₂), 1: 15 (a₃) and the factor The second (B) is a standard of 12 hours maceration with (b₁), 18 hours (b₂), 24 hours (b₃). The results showed the treatment was chosen based on the levels of tannin is a₁b₁ with a content of 0.4406 ± 0.00010 mg / kg, which is the ratio of water to tea leaves 1: 5 within 12 hours, whereas the results based on the levels of treatment a₁b₃ teaflavin selected with the content of $0.117 \pm 0,0001\%$ wherein the ratio of water to tea leaves 1: 5 within 24 hours

Keywords: black mulberry leaves, functional drinks, maceration, tannins, teaflavin

ABSTRAK

Teknologi pengolahan minuman daun black mulberry merupakan salah satu pemanfaatan komoditas mulberry, Tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari pengaruh perbandingan air dengan daun teh dan waktu maserasi terhadap kandungan tanin dan teaflavin produk minuman berbahan daun black mulberry. Rancangan Penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap yang terdiri dari dua faktor, faktor pertama (A) adalah Perbandingan air dengan daun teh, dengan taraf 1 : 5 (a₁), 1 : 10 (a₂), 1 : 15 (a₃) serta faktor kedua (B) adalah waktu maserasi dengan taraf 12 jam (b₁), 18 jam (b₂), 24 jam (b₃). Hasil penelitian menunjukkan perlakuan terpilih berdasarkan kadar tanin adalah a₁b₁ dengan kandungan $0,4406 \pm 0,00010$ mg/kg, yaitu perbandingan air dengan daun teh 1 : 5 dalam waktu 12 jam, sedangkan hasil berdasarkan kadar teaflavin dipilih perlakuan a₁b₃ dengan kandungan $0,117 \pm 0,0001\%$ dimana yaitu perbandingan air dengan daun teh 1 : 5 dalam waktu 24 jam

Kata Kunci: daun black mulberry, minuman fungsional, maserasi, tanin, teaflavin

PENDAHULUAN

Tanaman murbei sudah lama kita kenal dan mempunyai banyak nama. Tanaman ini disebut *besaran* (Jawa Tengah dan Jawa Timur), *kertu* (Sumatra Utara), *gertu* (Sulawesi), *kitaoc* (Sumatra Selatan), *kitau* (Lampung), *ambatuah* (Tanah Karo), *moerbe* (Belanda), *mulberry* (Inggris), *gelsa* (Italia), dan *murles* (Prancis). Murbei (*Morus* sp.) mempunyai banyak varietas dan dapat tumbuh dengan persyaratan yang tidak terlalu berat. Tanaman yang semula berasal dari Cina ini, disamping diusahakan sebagai tanaman penghijauan juga diusahakan diambil daunnya sebagai makanan ulat sutera. Selanjutnya, dari kokon itu dapat diproses menjadi benang sutera dan ditenun menjadi kain sutera alam (Sunanto, 1997).

Di Indonesia sendiri pemanfaatan pohon murbei yang bernama latin *Morus alba* L dan Mandarin, *Sang ye*, tidak hanya disukai ulat sutera, tapi juga bermanfaat bagi manusia. Daun mudanya enak di sayur, berkhasiat menurunkan tekanan darah tinggi, memperbanyak susu ibu, membuat pengelihan lebih terang, dan meluruhkan kentut. Buahnya, dalam bahasa mandarin disebut sang shen, bermanfaat untuk memperkuat ginjal dan meningkatkan sirkulasi darah. Paling praktis, buah murbei adalah pencahar, untuk menghilangkan sembelit dan mengatasi gangguan pencernaan. Di Tiongkok, orang percaya buah murbei dapat mempertajam pendengaran (Anonim, 2009).

Melihat banyaknya manfaat dari daun murbei bagi manusia. Dengan alasan itu maka peneliti merasa tertarik untuk mengangkat daun *black mulberry* sebagai bahan penelitian guna menciptakan produk dari daun *black mulberry*. Minuman ekstrak dari *black mulberry* juga merupakan produk minuman kesehatan karena mengandung antioksidan yang tinggi.

Selain itu, pilihan ini diambil disebabkan oleh karena bahan baku daun *black mulberry* mudah didapatkan. Hal ini ditunjang karena penanaman utama pohon murbei sebagai pendorong industri sutra nasional yang memanfaatkan daun murbei sebagai pakan utama ulat sutera. Berdasarkan data yang diperoleh dari Departemen Kehutanan Republik Indonesia tahun 2009 luas lahan murbei yang tersedia seluas 1875 Ha yang ada di Jawa Barat. Tetapi untuk kedepannya akan dikembangkan menjadi 12.000 Ha yang akan disebar diseluruh Indonesia guna memenuhi kebutuhan sutra nasional untuk keperluan ekspor. Dalam 1 Ha murbei setiap tahunnya bisa menghasilkan 15-20 Ton, sehingga dapat dikalkulasikan jumlah produksi murbei setiap tahunnya yang tersedia di Jawa Barat sebanyak 37.500 ton. Melihat hal ini untuk memanfaatkan daun *black mulberry* (*morus nigra*) untuk dimanfaatkan dibidang pangan, khususnya sebagai produk minuman *black mulberry* (*morus nigra*).

Berdasarkan data yang diperoleh dari Departemen Kehutanan Republik Indonesia tahun 2009 luas lahan murbei yang tersedia seluas 1875 Ha yang ada di Jawa Barat. Tetapi untuk kedepannya akan dikembangkan menjadi 12.000 Ha yang akan disebar diseluruh Indonesia guna memenuhi kebutuhan sutra nasional untuk keperluan ekspor. Dalam 1 Ha murbei setiap tahunnya bisa menghasilkan 15-20 Ton, sehingga dapat dikalkulasikan jumlah produksi murbei setiap tahunnya yang tersedia di Jawa Barat sebanyak 37.500 ton. Melihat

hal ini untuk memanfaatkan daun *black mulberry* (*morus nigra*) untuk dimanfaatkan dibidang pangan, khususnya sebagai produk minuman *black mulberry* (*morus nigra*).

Buah *Mulberry* merupakan buah jamak yang bergerombol dengan panjang 2 - 3 cm berwarna ungu tua hingga hitam saat masak serta berasa manis. *Mulberry* sudah banyak dibudidayakan tidak hanya untuk diambil buahnya sebagai selai, minuman dan bahan kue tetapi juga daunnya sebagai makanan ulat sutra (*Bombyx mori*). Kandungan *anthocyanin* dalam *Mulberry* ternyata banyak manfaatnya bagi kesehatan dengan fungsi sebagai *antioxidant* (Kustandi, 2008). Murbei berasal dari Cina yang mempunyai sistematika (taksonomi) sebagai berikut : Divisio : *Spermatophyta* ,Sub-Divisio: *Angiospermae*, Kelas : *Dicotyledoneae*, Ordo : *Urticales*, Famili: *Moraceae*, Genus : *Morus*, Spesies: *Morus nigra*.



Gambar 1. Buah Mullberry

Tanaman murbei berbentuk atau berhabitat semak (perdu) yang tingginya sekitar 5m-6m. Tanaman murbei dapat juga berbentuk pohon yang tingginya dapat mencapai 20 m-25 m, Bahkan untuk spesies *Morus macroura* dapat mencapai ketinggian sekitar 35 m (Sunanto, 1997). Di Indonesia *black mulberry* tidak mencapai ketinggian lebih besar dari sekitar tiga puluh kaki, cabang-cabangnya menyebar di dekat tanah dan mencapai ketebalan yang cukup besar. Daunnya besar dan kasar, berbentuk hati, dan sangat banyak, sehingga baik sebagai pohon naungan. Bunga-bunga kecil dan mencolok, dari warna putih kehijau-hijauan, jenis kelamin terpisah, meskipun kadang-kadang pada pohon yang sama. *Mulberry* masak pada bulan Agustus atau September (Anonim, 2009).

Daun murbei sangat digemari oleh ulat sutera, itulah sebabnya di sekitar Jepara, Temanggung dan daerah-daerah yang membudidayakan sutera alam, murbei banyak ditanam dan tumbuh subur. Harga daun murbei pada musim kemarau yang lalu mencapai Rp 1.000 sampai 1.200 per kg. Murbei yang memang berasal dari Cina, di Indonesia tumbuh di daerah basah, di lereng gunung yang banyak terkena sinar matahari. Tinggi pohon antara 5 sampai 9 meter. Daunnya berwarna hijau lebar dan memanjang, berbunga sepanjang tahun. Buah yang muda berwarna hijau, yang tua berwarna merah dan rasanya asam. Yang sudah matang berwarna hitam dan manis. Tanaman diperbanyak dengan setek dan okulasi (Astutik, 2009). Sifat kimia dan efek farmakologis :Daun bersifat pahit, manis, dingin, masuk meridian paru dan hati. Buah bersifat manis, dingin, masuk meridian jantung, hati, dan ginjal. Kulit akar bersifat manis, sejuk, masuk meridian paru. Ranting bersifat pahit, netral, masuk meridian hati. Kandungan kimia buah murbei mengandung: Cyaniding, lisoquercetin,

Sakarida, Asam linoleat, Asam stearat, Asam oleat dan Vitamin (karoten, B₁, B₂ dan C). Manfaat Buah Murbei : Tekanan darah tinggi (hipertensi), Jantung berdebar (palpitasi), Rasa haus dan mulut kering, Sukar tidur (insomnia), Batuk berdahak, Pendengaran berkurang dan penglihatan kabur, Telinga berdenging (tinnitus), tuli, tujuh keliling (Vertigo), Hepatitis kronis, Sembelit pada orang tua, Kurang darah (anemia), neurasthenia.

Di Indonesia ada sekitar 100 lebih jenis atau varietas murbei, tetapi yang dikenal hanya 6 yaitu *Morus cathayana*, *Morus alba*, *Morus multicaulis*, *Morus nigra*, *Morus asustralis* dan *Morus macruora*. Jawa Barat merupakan salah satu daerah penghasil tanaman murbei, baik daun maupun buahnya (Hermawan 2010). Jumlah produksi daun murbei berdasarkan jenisnya dapat di lihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kapasitas Produksi Beberapa Jenis Tanaman Murbei

No	Varietas	Produksi (ton/ha)	Sebaran	Asal
1	<i>Multicaulis</i>	10-12	Jabar	Jepang
2	<i>Kanva</i>	12-18	Jabar, Sulsel	India
3	<i>Nigra</i>	5-8	Sulsel	
4	<i>Katayana</i>	10-12	Jabar, Sulsel	
5	<i>Alba</i>	8-10	Sulsel	

Sumber : Hermawan, 2010

Murbei memiliki aktivitas biologi sebagai antidiabetes, antioksidan, dan antiradang. Murbei pun mengandung vitamin, mineral, dan banyak antosianin. Selain digunakan untuk makanan, buah, daun, dan kulit batang diketahui telah digunakan sebagai pengobatan tradisional di Turki selama bertahun-tahun (Yigit, 2008).

Parameter yang biasa digunakan untuk menginterpretasikan hasil dari uji aktivitas antioksidan dengan peredaman radikal DPPH adalah nilai *efficient concentration* (EC₅₀) atau disebut nilai IC₅₀, yakni konsentrasi yang menyebabkan hilangnya 50% aktivitas DPPH. Peredaman radikal DPPH adalah peredaman radikal yang mudah dan akurat dengan kehandalan untuk mengukur kapasitas antioksidan suatu sampel. Peredaman radikal DPPH ini memiliki teknik sederhana, tetapi memiliki kelemahan dalam waktu pengaplikasiannya (Yuhernita dan Juniarti, 2011)

Aktivitas peredaman radikal bebas biasanya dinyatakan sebagai persen inhibisi dari DPPH, tetapi dapat juga dinyatakan sebagai konsentrasi yang menyebabkan hilangnya 50% aktivitas DPPH (IC₅₀). Nilai IC₅₀ dianggap sebagai ukuran yang baik dari efisiensi antioksidan senyawa-senyawa murni ataupun ekstrak (Yuhernita dan Juniarti, 2011).

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah daun murbei murbei segar yang didapat di daerah Maribaya, Lembang, Jawa Barat untuk varietas *nigra* (V1), dan di perkebunan milik Lembaga Masyarakat Desa Hutan daerah Sukamanah, Pangalengan

untuk varietas *khunpai* (V2) dan *cathayana* (V3). Bahan pengujian analisis yang digunakan adalah air, dan larutan Diphenylpicrylhydrazil (DPPH).

Metode penelitian menggunakan Rancangan percobaan eksperimental yaitu RAL (Rancangan Acak Lengkap) yang terdiri atas ;

1. Rancangan Perlakuan

Rancangan perlakuan pada penelitian utama terdiri atas dua faktor, yaitu :

Faktor Perbandingan daun dan air (A) sebagai, terdiri atas tiga taraf yaitu :

$$a_1 = 1 : 5$$

$$a_2 = 1 : 10$$

$$a_3 = 1 : 15$$

Faktor waktu maserasi (B) sebagai, terdiri atas tiga taraf yaitu :

$$b_1 = 12 \text{ jam}$$

$$b_2 = 18 \text{ jam}$$

$$b_3 = 24 \text{ jam}$$

2. Rancangan Percobaan

Metode yang akan digunakan adalah metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL).

Model matematika untuk rancangan ini adalah sebagai berikut :

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Dimana:

Y_{ijk} = nilai pengamatan (respon) pada kelompok ke-k yang memperoleh taraf ke-i dari faktor M dan taraf ke-j dari faktor S

μ = nilai rata-rata sebenarnya

A_i = pengaruh aditif dari taraf ke-i faktor A

B_j = pengaruh aditif dari taraf ke-j faktor B

$(AB)_{ij}$ = pengaruh interaksi taraf ke-i faktor A dan taraf ke-j faktor B

ϵ_{ijk} = pengaruh galat pada kelompok ke-k yang memperoleh taraf ke-i faktor A dan taraf ke-j faktor B.

Tabel 2 . Model Eksperimen Interaksi Pola Faktorial (3x3) dalam Rancangan AcakLengkap (RAL) dengan 3 kali Ulangan

Perbandingan Daun : Air (A)	Waktu Maserasi (B)		
	b1 (12 jam)	b2 (18 jam)	b3 (24 jam)
a1 (1: 5)	a1b1	a1b2	a1b3
	a1b1	a1b2	a1b3
	a1b1	a1b2	a1b3
a2 (1: 10)	a2b1	a2b2	a2b3

	a2b1	a2b2	a2b3
	a2b1	a2b2	a2b3
a3 (1: 15)	a3b1	a3b2	a3b3
	a3b1	a3b2	a3b3
	a3b1	a3b2	a3b3

Sumber : Gaspersz, 2006

3. Rancangan Analisis

Berdasarkan rancangan diatas maka dapat dibuat analisis variansi (ANOVA) untuk mendapatkan kesimpulan mengenai pengaruh perlakuan. Hipotesis variansi percobaan faktorial dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dapat dilihat pada Tabel.

Tabel 3. Sidik Ragam (Analisis Variansi)

Sumber Keragaman	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F_{hitung}	F_{tabel} 5%
Faktor A	$a - 1$	JK (A)	KT (A)	KT (A) / KTG	
Faktor B	$b - 1$	JK (B)	KT (B)	KT (B) / KTG (b)	
Interaksi (AB)	$(a - 1)(b - 1)$	JK (AB)	KT (AB)	KT (AB) / KTG (b)	
Galat	$a(r - 1)(b - 1)$	JKG	KTG		
Total	$abr - 1$	JKT	—		

(Gaspersz, 2006)

Selanjutnya ditentukan daerah penolakan hipotesis, yaitu:

- 1) Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ pada taraf 5%, maka perlakuan perbandingan daun dan air serta waktu maserasi serta interaksinya berpengaruh terhadap karakteristik teh herbal dari daun murbei. Demikian hipotesis diterima, kemudian akan dilanjutkan dengan uji lanjut LSD untuk mengetahui perbedaan sampel.
- 2) Jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ pada taraf 5%, maka perlakuan perbandingan daun dan air serta waktu maserasi serta interaksinya tidak berpengaruh terhadap karakteristik teh herbal dari daun murbei. Demikian hipotesis penelitian ditolak (Gaspersz, 2006).

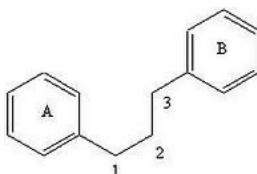
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kadar tanin

Tanin terdapat luas dalam tumbuhan berpembuluh. Senyawa fenolik yang terkandung dalam daun *mulberry* juga memiliki kemampuan sebagai antioksidan hal ini

karena pada strukturnya terdapat gugus hidroksil yang dapat mendonorkan atom hidrogennya kepada radikal bebas sehingga radikal senyawa fenolik dapat meredam radikal bebas. Pengujian tanin dan juga fenol menggunakan preaksi yang sama karena tanin merupakan bagian dari fenol. Terbentuknya warna jingga hingga coklat karena tanin merupakan golongan senyawa polifenol, di mana ion Fe^{3+} akan bereaksi dengan gugus fenol yang merupakan kandungan dari tanin perubahan warna disebabkan oleh reaksi penambahan FeCl_3 dengan salah satu gugus hidroksil yang ada pada senyawa tanin.

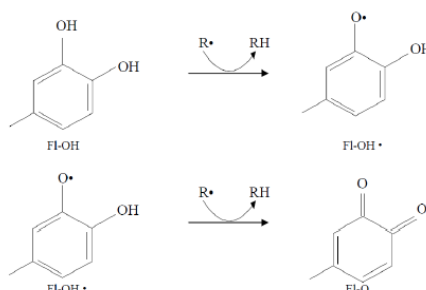
Flavonoid merupakan salah satu golongan fenol alam yang terbesar, mengandung 15 atom karbon dalam inti dasarnya, yang tersusun dalam konfigurasi C6-C3-C6 artinya kerangka karbonnya terdiri atas dua gugus C_6 (Cincin benzene tersubstitusi) yang dihubungkan oleh alifatik tiga karbon dan sering ditemukan diberbagai macam tumbuhan dalam bentuk glikosida atau gugusan gula bersenyawa pada satu atau lebih grup hidroksil fenolik (Sirait, 2007).



Gambar 2. Stuktur Dasar Flavonoida

Flavonoid merupakan golongan metabolit sekunder yang disintesis dari asam piruvat melalui metabolisme asam amino. Flavonoid adalah senyawa fenol, sehingga warnanya berubah bila ditambah basa atau amoniak. Terdapat sekitar 10 jenis flavonoid yaitu antosianin, proantosianidin, flavonol, flavon, glikoflavon, biflavonil, khalkon, auron, flavanon, dan isoflavon. Flavonoid sering terdapat sebagai glikosida. Flavonoid merupakan kandungan khas tumbuhan hijau yang terdapat pada bagian tumbuhan daun, akar, kayu, kulit, tepungsari, nectar, bunga, buah buni dan biji. Flavonoid bersifat polar karena mengandung sejumlah hidroksil yang tak tersulih atau suatu gula (Harborne, 1987).

Flavonoid merupakan senyawa pereduksi yang dapat menghambat banyak reaksi oksidasi. Flavonoid memiliki kemampuan sebagai antioksidan karena mampu mentransfer sebuah elektron kepada senyawa radikal bebas, dimana R^\bullet merupakan senyawa radikal bebas, FI-OH merupakan senyawa flavonoid sedangkan FI-OH^\bullet merupakan radikal flavonoid. Reaksi peredaman radikal bebas oleh senyawa flavonoid seperti dalam Gambar 3 berikut :



Gambar 3. Mekanisme Peredaman Radikal oleh Flavonoid

Identifikasi golongan steroid ditandai dengan timbulnya warna hijau atau adanya perubahan dari bahan sebelum direaksikan dengan reagen. Steroid adalah molekul kompleks yang larut di dalam lemak dengan 4 cincin yang saling bergabung (Bhat *et al*, 2009). Steroid yang paling banyak adalah sterol yang merupakan steroid alkohol. Kolesterol merupakan sterol utama pada jaringan hewan. Kolesterol dan senyawa turunan esternya, dengan lemaknya yang berantai panjang adalah komponen penting dari plasma lipoprotein dan dari membran sel sebelah luar.

Tabel 4. Pengaruh perbandingan daun mulberry dengan air dan waktu maserasi terhadap kadar tanin (mg/kg) ekstrak mulberry.

Perbandingan Daun : air (A)	Waktu Maserasi (B)		
	b ₁ (12 jam)	b ₂ (18 jam)	b ₃ (24 jam)
a ₁ (1 : 5)	0.4406 ± 1E-04 C c	0.3591 ± 0.00153 C b	0.3019 ± 1E-04 B a
a ₂ (1 : 10)	0.4025 ± 0.0005 B c	0.34 ± 0.01 B b	0.3019 ± 0.000153 B a
a ₃ (1 : 15)	0.3644 ± 0.000153 A c	0.3209 ± 0.000153 A b	0.0819 ± 1E-04 A a

Keterangan : Huruf yang kecil dibaca secara horizontal, huruf besar dibaca secara vertikal. Huruf yang sama pada kolom dan baris tidak berbeda nyata pada taraf 5%.

2. Kadar Theaflavin

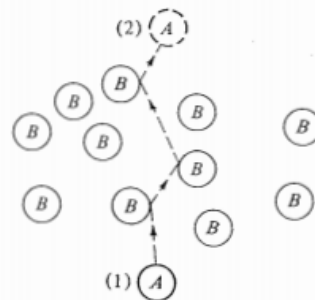
Menurut Rinto (2012), senyawa katekin di dalam teh dapat berubah menjadi senyawa lain seperti theaflavin akibat adanya proses oksidasi oleh enzim polifenoloksidase yang terdapat pada daun teh itu sendiri. Ketika proses pelayuan, enzim tersebut akan keluar dan bereaksi dengan polifenol dan oksigen membentuk polifenol yang teroksidasi. Polifenol yang teroksidasi inilah yang disebut dengan theaflavin. Sedangkan Feng *et al.*, (2002) dalam

Kusumaningrum (2008), menyatakan bahwa senyawa theaflavin yang terkandung di dalam teh terbagi menjadi 4 jenis, yaitu theaflavin bebas (TF1), theaflavin monogallat A (TF2A), theaflavin monogallat B (TF2B), dan theaflavin digallat (TF3). Semua jenis theaflavin tersebut dibentuk dari proses oksidasi teh hijau yang berpengaruh terhadap warna dan flavor teh. Nasution dan Tjiptadi (1975) dalam Kusumaningrum (2008), menambahkan bahwa theaflavin berpengaruh pada kejernihan dan memberikan warna kuning cerah pada seduhan teh. Theaflavin juga mempengaruhi karakteristik seduhan teh, meliputi warna, rasa dan aroma.

Theaflavin mempunyai aktivitas sebagai antioksidan. Sejumlah penelitian menyatakan bahwa aktivitas antioksidan theaflavin setara dengan katekin, bahkan lebih potensial dibanding katekin. Hal itu disebabkan struktur theaflavin yang lebih potensial dibanding katekin. Theaflavin memiliki gugus hidroksi (OH) yang lebih banyak dibandingkan katekin. Semakin banyak gugus hidroksi suatu senyawa, maka kemampuannya sebagai antioksidan semakin baik (Rohdiana, 2007).

Geankoplis (1993) menyatakan bahwa proses difusi molekuler didefinisikan sebagai sebuah proses transfer atau pergerakan dari molekul-molekul individu yang melewati cairan atau fluida dalam arti acak, dimana pergerakan individu terjadi pada masing-masing molekul. Dalam hal ini, molekul-molekul tersebut berjalan hanya dalam garis lurus dan berubah arah dengan cara bertubrukan dengan molekul lainnya yang mengakibatkan tubrukan acak satu sama lain. Ketika sebuah molekul berjalan dalam garis edar yang acak, proses difusi molekuler seringkali disebut proses pergerakan acak atau *random walk process*.

FIGURE 6.1-1. Schematic diagram of molecular diffusion process.



Sec. 6.1 Introduction to Mass Transfer and Diffusion

Gambar 4. Skema Proses Difusi Molekuler

Pada skema di atas, dapat diasumsikan A sebagai molekul-molekul polar termasuk theaflavin yang berada dalam rongga atau kapiler-kapiler daun murbei dan B sebagai etanol, dimana garis edar acak molekul A dapat berdifusi melewati molekul-molekul B dari titik (1) ke titik (2). Molekul-molekul tersebut berdifusi secara acak pada dua arah tersebut, dimana molekul-molekul A akan lebih mudah berdifusi dari titik (1) ke titik (2) dibandingkan sebaliknya, hal ini diakibatkan proses difusi lebih mudah terjadi dari konsentrasi tinggi menuju konsentrasi rendah. Maka zat terlarut A akan berdifusi dalam pelarut B, sehingga koefisien proses difusi dinyatakan sebagai D_{AB} .

Konsep koefisien difusivitas pada cairan merupakan fungsi suhu, viskositas, serta berat molekul dari senyawa A, yang berasal dari Hukum Einstein-Stokes, yaitu

$$D_{AB} = \frac{9,96 \times 10^{-16} T}{\mu M_A^{1/3}}$$

dimana dengan naiknya suhu dan viskositas pelarut yang semakin kecil, maka pelarut akan lebih mudah mengalir, sehingga dengan kecepatan pengadukan yang sama, aliran fluida akan lebih turbulen.

Oleh karena itu, koefisien difusivitas D dan kinetika ekstraksi pun akan meningkat pula. Namun, dalam kasus ini koefisien difusivitas dapat diabaikan, karena di luar faktor yang sedang diteliti. Proses difusi pada cairan pada dasarnya, lebih lambat dibandingkan proses difusi pada gas, hal ini dikarenakan densitas dan resistensi (kerapatan dan daya tarik antar molekul) pada cairan berbeda dengan difusi pada gas. Oleh karena itu, difusivitas dalam proses difusi pada cairan sangat bergantung pada konsentrasi komponen-komponen yang berdifusi (Geankoplis, 1993).

Seiring dengan proses difusi, komponen polar dari etanol akan melarut dengan cara berikatan dengan senyawa theaflavin yang bersifat polar juga, hal ini disebabkan gaya tarik-menarik antar molekul dari zat terlarut dengan pelarut itu sendiri. Proses melarut ini dianggap sebagai proses kesetimbangan, dimana pendekatan untuk kesetimbangan dipengaruhi oleh *driving force* yang menggerakkan transfer massa. *Driving force* ini dapat direpresentasikan sebagai perbedaan fraksi mol, perbedaan dalam tekanan parsial, perbedaan dalam kmol/L, dan sebagainya.

Tabel 5. Pengaruh perbandingan daun mulberry dengan air dan waktu maserasi terhadap kadar theaflavin (%) ekstrak mulberry.

Perbandingan Daun : air (A)	Waktu Maserasi (B)		
	b ₁ (12 jam)	b ₁ (12 jam)	b ₁ (12 jam)
a ₁ (1 : 5)	0.097 ± 2E-03 B a	0.11 ± 0.01 B b	0.117 ± 1E-04 B B
a ₂ (1 : 10)	0.090 ± 0.01 AB a	0.101 ± 1E-04 B b	0.108 ± 0.0001 AB B
a ₃ (1 : 15)	0.088 ± 0.0002 A a	0.95 ± 0.001 A ab	0.099 ± 1E-04 A B

Keterangan : Huruf yang kecil dibaca secara horizontal, huruf besar dibaca secara vertikal. Huruf yang sama pada kolom dan baris tidak berbeda nyata pada taraf 5%.

Berdasarkan di atas, dapat diketahui bahwa daun murbei hasil perbandingan daun dengan air (1:15) dan waktu maserasi 12 jam memiliki kandungan theaflavin 0,95±1E-04. Dapat dilihat pada tabel, bahwa kadar theaflavin tertinggi diperoleh dengan menggunakan air 1 : 15. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi air maka semakin tinggi

pula *driving force* dan tingkat kepolaran pelarut yang mengakibatkan tingginya gaya tarik antar molekul, yang pada akhirnya dapat meningkatkan kemampuan pelarut dalam mengikat senyawa polar seperti theaflavin.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukan perlakuan terpilih berdasarkan kadar tanin adalah a1b1 dengan kandungan $0,4406 \pm 0,00010$ mg/kg, yaitu perbandingan air dengan daun teh 1 : 5 dalam waktu 12 jam, sedangkan hasil berdasarkan kadar teaflavin dipilih perlakuan a1b3 dengan kandungan $0,117 \pm 0,0001$ % dimana yaitu perbandingan air dengan daun teh 1 : 5 dalam waktu 24 jam

UCAPAN TERIMA KASIH

1. Terima kasih disampaikan kepada Pendidikan Tinggi (DIKTI DP2M) yang telah mendanai melalui Hibah Bersaing Tahun Anggaran 2015
2. Lembaga Penelitian Universitas Pasundan
3. Fakultas Teknik dan Program Studi Teknologi Pangan Universitas Pasundan

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC., (1995), Official Methods of Analysis of International, 16th Edition, Association of Official Analytical Chemists, Inc., Washington, DC.
- Apriyantono, (1988), Petunjuk Laboratorium Analisis Pangan, Penerbit PAU Pangan dan Gizi IPB, Bogor.
- Astutik, S., (2009), Murbei, Tanaman Berhasiat dan Bermanfaat, sehat.wordpress.com. Diakses 6 November 2009.
- Baedhowie, M. dan S. Pranggonawati, B.Sc., (1983), Petunjuk Praktek Pengawasan Mutu Hasil Pertanian I, Penerbit Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan.
- Balai Penelitian Kimia Semarang, (1997), Juice, Semarang.
- Buckle, A. K., R.A. Edwards., G. H. Fleet., dan M. Wooton., (1987), Ilmu Pangan, Penerbit Universitas Indonesia (UI-PRESS), Jakarta.
- Cahyadi, W., (2006), Bahan Tambahan Pangan, Penerbit Bumi Aksara, Jakarta.
- Cruess, W. V., (1985), Commercial Fruit and Vegetable Product, Mcgraw-Hill Book Co., Inc. New York.
- DeMan, J., (1997), Kimia Makanan, Edisi Kedua, Penerbit ITB, Bandung.
- Endriany, R., (1998), Mempelajari Pengaruh Penambahan Pektin dan Gula Terhadap Mutu Jam dari Pulp Jeruk Siam, Skripsi, Universitas Pasundan, Bandung.
- Garsari, (1999), Pengaruh Konsentrasi Sukrosa dan Konsentrasi CMC Terhadap Karakteristik Konsentrat Bubur Buah Jeruk Fremont, Skripsi, Universitas Pasundan, Bandung.
- Gaspersz, V., (1995), Teknik Analisis dalam Penelitian Percobaan, Cetakan Kedua, Penerbit Tarsito, Bandung.

Glicksman, M., (1969), Gum Technology in Food Industry, Academic Press, New York, San Francico, London.

POTENSI PENGOLAHAN BIJI PALADO (*Aglaia sp*) SEBAGAI SUMBER KARBOHIDRAT ALTERNATIF

*Potential of Palado Seed (*Aglaia sp.*) Processing as an Alternative Source of Carbohydrate*

Syamsul Rahman

Program Studi Agribisnis Fakultas Pertanian Universitas Islam Makassar
Jl. Perintis Kemerdekaan Km.9 No. 29 Makassar, Indonesia
Email: syamrah_uim@yahoo.com

ABSTRACT

Flour has an important position and unique as a source of food. Because flour is the reserve of carbohydrate found in many plants, including the seeds of palado (*Aglaia sp*). Flour is an important energy source for humans and is raw material in a variety of food processing in order to substitute the use of wheat flour such as fillers, thickeners, gelling, film forming, and adhesive to produce processed food products. The research aims to identify new food sources and assess the potential for processing seeds into flour as an alternative source of carbohydrates. Research method using two stages: a preliminary study include processing of palado fruit become seeds of palado, drying and process of flouring while the main research includes proximate analysis of palado flour, includes the analysis of energy with the method of calculation, carbohydrate content, moisture content and ash content, protein content, fat, and fiber content of food with enzymatic method. Proximate analysis results that palado flour containing energy of 396.14 kcal / 100 g, carbohydrate of 69,78%, water of 7,53% , protein of 9,59%, fat of 8,74%, dietary fiber of 4,02%, ash of 4,36%, and starch of 41,31%. This is indicate that the potential of palado flour as the main of raw materials in food processing is very prospective for development because it contains carbohydrates of 69,78% and energy of 396,14 kcal/100 g of palado flour (*Aglaia sp*).

Keywords: processing, palado seed, source, carbohydrate, alternative

ABSTRAK

Tepung menempati posisi yang penting dan unik sebagai salah satu sumber bahan pangan. Karena tepung merupakan cadangan karbohidrat yang ditemukan dalam banyak tanaman termasuk dalam biji palado (*Aglaia sp*). Tepung merupakan sumber energi yang penting bagi manusia dan merupakan bahanbaku utama dalam berbagai proses pengolahan pangan dalam rangka mensubstitusi penggunaan tepung terigu, seperti sebagai bahan pengisi, pengental, pembentuk gel, pembentuk film dan perekat (adhesive) untuk menghasilkan suatu produk olahan pangan. Untuk itu penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi sumber bahan pangan baru dan mengkaji potensi pengolahan biji palado (*Aglaia sp*) menjadi tepung sebagai sumber karbohidrat alternatif. Metode penelitian menggunakan metode dua tahap, yaitu penelitian pendahuluan meliputi pengolahan buah palado menjadi biji palado, penjemuran, dan proses penepungan, sedangkan penelitian utama meliputi analisis proksimat tepung palado (*Aglaia sp*) meliputi analisis energi dengan metode kalukulasi, kadar karbohidrat (by different), kadar air dan kadar abu (gravimetri), kadar protein (kjeldahl), kadar lemak (soxhlet), dan kadar serat pangan dengan metode enzimatik. Hasil analisis proksimat tepung palado (*Aglaia sp*) mengandung energi sebesar 396,14 kkal/100 g, karbohidrat 69,78%, kadar air 7,53%, protein 9,59%, lemak 8,74%, serat pangan 4,02%, abu 4,36%, dan kadar pati 41,31%. Hal ini mengindikasikan bahwa potensi tepung palado sebagai bahan baku utama dalam proses pengolahan pangan sangat prospektif untuk dikembangkan karena mengandung karbohidrat sebesar 69,78% dan energy sebesar 396,14 kkal/100 g tepung palado (*Aglaia sp*).

Kata Kunci : pengolahan, biji palado, sumber, karbohidrat, alternatif

PENDAHULUAN

Berbicara mengenai sumber bahan pangan, sebenarnya dari 800.000 species tumbuhan yang sudah diketahui, 3.000 species diantaranya dapat dimakan. Dalam kenyataannya, hanya 150 species tanaman yang sudah umum dimakan, dan dari jumlah tersebut yang menjadi sumber bahan pangan utama dunia hanya 12 species tanaman seperti gandum, padi, jagung, kentang, ubi jalar, ketela pohon, pisang, kelapa, kedelai, *common bean*, tebu, dan *beet* (Somowiyarjo, 2011). Terkait dengan hal tersebut, Anonim (2006) melaporkan bahwa telah teridentifikasi cukup banyak tumbuhan berbasis kehutanan yang berpotensi untuk dijadikan sebagai sumber bahan pangan.

Salah satu organ tumbuhan hutan yang dapat dimakan adalah biji palado (*aglaia* sp). Biji yang merupakan *endemik* di Sulawesi, khususnya di Kabupaten Mamuju Provinsi Sulawesi Barat ini, secara tradisional masyarakat yang bermukim sekitar hutan dan bantaran sungai atau daerah aliran sungai (DAS) Karama lazim memanfaatkan biji yang tidak terkenal ini sebagai panganan untuk makanan selingan, dan bahkan dijadikan sebagai makanan utama dikala musim paceklik. Tetapi seiring dengan perubahan kebiasaan makan (pola makan), akibat perubahan dan perkembangan teknologi pangan, keadaan sosial ekonomi dan budaya serta situasi perdagangan global yang memberikan kontribusi besar terhadap pengenalan produk pangan baru membuat biji palado (*aglaia* sp) tergerus oleh berbagai produk pangan olahan berbasis industri.

Tanaman palado (*Aglaia* sp) termasuk dalam famili *Meliaceae*. Tanaman ini banyak ditemukan di Sulawesi khususnya di Sulawesi Barat (Sulbar). Daerah penyebarannya di Sulbar cukup luas, meliputi bantaran sungai atau daerah aliran sungai (DAS) seperti Sungai Karama, Sungai Karataun dan Sungai Bonehau, serta di daerah lembah dan pegunungan Kabupaten Mamuju, Mamuju Utara, Majene, Polman, dan Mamasa.

Tanaman palado tumbuh subur secara alami di daratan rendah hingga tinggi. Menurut laporan Praptiwi *et al* (2006) kawasan Malanesia yang mempunyai banyak jenis *Aglaia* adalah Borneo (50 jenis), sedangkan di Sumatera ditemukan 38 jenis. Pemanfaatan beberapa jenis *Aglaia* sp yang telah dikenal antara lain kayunya dimanfaatkan sebagai bahan bangunan, buahnya dapat dimakan (Burkill, 2003 ;dalam Praptiwi *et al*, 2006), sedangkan bunga dari *A. odorata* dimanfaatkan sebagai teh dan bahan parfum karena baunya harum (Praptiwi *et al*, 2006).

Aglaia sp dari jenis palado memang belum sepopuler dengan tanaman lainnya seperti buah matoa, sukun, cempedak, dan durian. Namun kepopuleran buah palado sebagai bahan pangan alternatif akan terus meningkat seiring dengan kebijakan percepatan penganeekaragaman pangan dan gizi berbasis sumberdaya lokal. Selain berpotensi sebagai sumber bahan pangan, kayu palado juga dapat digunakan sebagai bahan bangunan, baik untuk keperluan struktural maupun industri.

Berdasarkan pengamatan di lapangan, potensi ancaman terhadap kelangsungan hidup palado (*Aglaia* sp) di Kabupaten Mamuju khususnya lebih banyak berasal dari gangguan manusia. Aktivitas masyarakat di sekitar habitat alami yang dapat mengganggu keberadaannya, antara lain berupa kegiatan pembakaran, pembalakan liar, pembukaan

lahan, dan konversi lahan. Selain aktivitas tersebut, ancaman terbaru adalah pengeksploitasian terhadap kayu palado (*Aglaia sp*) oleh masyarakat untuk kepentingan bisnis (jual beli kayu). lebih banyak dimanfaatkan sebagai bahan bangunan, sementara pemanfaatan buah palado sebagai bahan pangan alternatif sudah jarang ditemukan dimasyarakat sekitar hutan. Hasil penelitian Balai Lempang dan Asdar (2004) menjelaskan bahwa kayu palado (*Aglaia sp*) tergolong kayu kuat kelas III, baik digunakan untuk bahan konstruksi yang hanya terbatas pada bagian-bagian yang tidak memikul beban berat seperti kaso, reng, dinding, lis, dan plafon. Disamping itu, kayu palado dapat digunakan juga sebagai bahan untuk *moulding*, *finir*, *pallet*, dan baik untuk bahan baku *pulp* dan kertas.

Palado (*Aglaia sp*) hidup di tempat yang agak terlindung dan memiliki kelembaban udara yang cukup tinggi. Tanaman ini hidup di hutan hujan tropik daratan rendah terutama daerah aliran sungai dan hutan pegunungan. Berdasarkan laporan Kawasan Konservasi Sumber Daya Alam Bali dan Nusa Tenggara (2010) ketinggian tempat tumbuh dari beberapa jenis *Aglaia sp* seperti sentul (*Aglaia sp*) dan deduren (*Aglaia argentea*) yaitu antara 1.000 – 2.000 m dpl. Rahman (2012) memperlihatkan gambar bagaimana kondisi biji dan tepung palado, seperti ditunjukkan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Biji dan tepung palado yang sudah dikeringkan

Upaya diversifikasi pangan alternatif di arahkan untuk memenuhi kecukupan dan keseimbangan gizi yang disesuaikan dengan sumberdaya lokal, agroklimat dan budaya lokal, mengingat keragaman tiga faktor ini sangat tinggi di Indonesia. Anonim (2006) mencatat saat ini telah teridentifikasi cukup banyak tumbuhan kehutanan yang berpotensi untuk dijadikan sumber bahan pangan. Salah satu organ tumbuhan hutan yang dapat dimakan berupa buah palado (*Aglaia sp*). Sebagai bahan pangan lokal alternatif oleh masyarakat disekitar hutan, sejauh ini buah palado belum begitu populer, namun sesungguhnya bahan pangan ini telah dikenal secara luas di wilayah Kabupaten Mamuju, karena lazim dimanfaatkan sebagai bahan pangan pengganti makanan pokok pada saat musim paceklik, dengan cara penyajiannya direbus atau dikukus, digoreng dan disangrai. Untuk itu penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi sumber bahan pangan baru (alternatif) dan mengkaji potensi pengolahan biji palado (*Aglaia sp*) menjadi tepung sebagai sumber karbohidrat alternatif dimasa yang akan datang.

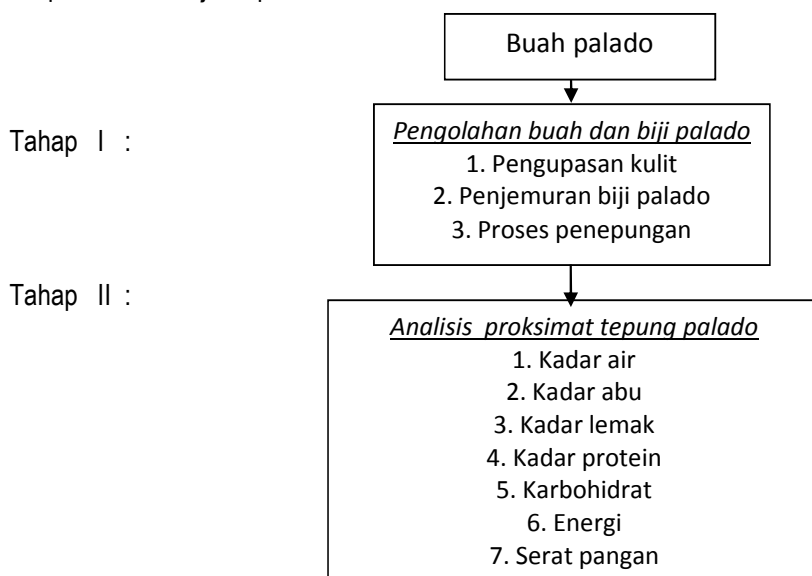
BAHAN DAN METODE

Bahan Baku

Bahan baku yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah buah palado yang diproses terlebih dahulu menjadi biji, kemudian menjadi tepung palado, yang didatangkan dari hutan sekitar wilayah daerah aliran sungai (DAS) Karama Kecamatan Sampaga Kabupaten Mamuju Propinsi Sulawesi Barat (Sulbar).

Metode

Metode penelitian dilakukan dalam dua tahap, yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Penelitian pendahuluan dilakukan dengan metode pengambilan buah, pengolahan buah menjadi biji palado, penjemuran, dan proses penepungan dengan menggunakan *disk mill*. Sementara penelitian utama dilakukan untuk mengetahui komposisi kimia tepung menggunakan analisis proksimat yang dilakukan di Laboratorium Pengujian Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian Bogor. Adapun diagram alir penelitian disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir proses penelitian tepung palado

1. Penelitian Pendahuluan

Pengolahan buah palado menjadi biji palado mengikuti prosedur yang dilakukan oleh Rahman (2012) yaitu pengupasan biji palado dengan cara menindis/mengepres pangkal buah menggunakan kayu sehingga biji palado terpercit keluar. Selanjutnya dilakukan penjemuran selama 3 – 4 hari, kemudian direndam selama 12 jam, kemudian dilakukan proses penepungan dengan menggunakan Mesin Disk Mill type AGC 15.

2. Analisis Komposisi Kimia Tepung Palado

Analisis komposisi kimia tepung palado dianalisis menggunakan pendekatan (AOAC, 2006) meliputi analisis kadar air dan kadar abu (gravimetri), kadar protein (kjeldahl),

kadar lemak(soxhlet), kadar karbohidrat (*by difference*)), energi (kalkulasi) dan serat pangan (enzimatik).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Komposisi Kimia Tepung Palado

Hasil pengujian komposisi kimia tepung palado yang meliputi kadar air, protein, serat pangan, lemak, abu, energi, dan karbohidrat ditunjukkan pada Tabel berikut.

Tabel 6. Hasil analisis tepung palado berdasarkan sifat kimia

Jenis Analisis	Hasil	Satuan
Energi	396,14	kcal/100g
Karbohidrat	69,78	%
Kadar air	7,53	%
Protein	9,59	%
Lemak	8,74	%
Serat pangan	4,02	%
Abu	4,36	%
Pati	41.03	%

Tepung palado mengandung energi sebesar 396,14 kkal dan kadar karbohidrat (*by difference*) sebesar 69,78%. Ditinjau dari aspek energi tepung palado lebih tinggi dari energi yang dihasilkan tepung terigu (333%), tepung gaplek (363%), tepung beras (364%) dan tepung jagung (355%). Tingginya kandungan energi tepung palado ini disebabkan karena mengandung lemak sebesar 8,74%. Tapi disisi lain, kandungan karbohidratnya lebih rendah dari tepung terigu (77,3%), tepung gaplek (88,2), tepung beras (80,0%), dan tepung jagung (73,7%).

Sedangkan kadar air tepung palado yang dihasilkan sebesar 7,53%. Menurut Richana dan Sunarti (2004) jumlah air dalam bahan akan mempengaruhi daya tahan bahan terhadap kerusakan yang disebabkan oleh mikroorganisme maupun serangga. Pengeringan pada tepung bertujuan untuk mengurangi kadar air sampai batas tertentu sehingga pertumbuhan mikroba dan aktivitas enzim penyebab kerusakan pada tepung dapat dihambat. Batas kadar air mikroba masih dapat tumbuh ialah 14 – 15%.

Hasil analisis lemak tepung palado sebesar 8,74%. Secara umum tepung palado mengandung lemak lebih tinggi dibanding tepung jagung (3,9%), tepung beras dan gaplek (0,5%), dan tepung terigu (1,3%). Hal tersebut diduga bahwa dalam tepung palado, kadar lemak masih berikatan dengan tepung sehingga tidak terbuang bersama ampas, dengan demikian perbobot tepungnya meningkat (Richana dan Sunarti, 2004). Namun demikian, menurut Pangastuti, dkk (2013) kadar lemak yang terlampau tinggi selain menjadi pertimbangan pada faktor gizi, juga dinilai kurang menguntungkan dalam proses penyimpanan pati karena dapat menyebabkan ketengikan. Richana dan Sunarti (2004) mengungkapkan kadar lemak dalam tepung/pati dapat mengganggu proses gelatinisasi

karena lemak mampu membentuk kompleks dengan amilosa sehingga menghambat keluarnya amilosa dari granula pati. Selain itu sebagian besar lemak akan diabsorpsi oleh permukaan granula sehingga berbentuk lapisan lemak yang bersifat hidrofobik di sekeliling granula. Lapisan lemak tersebut akan menghambat pengikatan air oleh granula pati. Hal ini menyebabkan kekentalan dan kelekatan tepung/pati berkurang akibat jumlah air berkurang untuk terjadinya pengembangan granula pati.

Selanjutnya, kadar protein tepung palado yang dihasilkan mencapai 9,59%. Hal ini menunjukkan bahwa kadar protein tepungpalado masih lebih tinggi dari protein tepung beras (7,0%), tepung jagung (9,2%), dan tepung terigu (8,9%). Richana dan Sunarti (2004) menjelaskan bahwa, tepung/pati dengan kadar protein rendah dapat menyebabkan viskositas pati menurun, sehingga menyebabkan mutu pati menurun sehingga tidak diharapkan dalam pemanfaatannya. Protein dan tepung/pati akan membentuk kompleks dengan permukaan granula dan menyebabkan viskositas pati menjadi turun, dan berakibat pada rendahnya kekuatan gel. Berbeda dengan pati, kadar protein pada pati justru diharapkan tinggi. Hal ini berkaitan dengan penggunaan pati, apabila berkadar protein tinggi maka dalam aplikasinya tidak memerlukan bahan substitusi lagi.

Sementara hasil analisis menunjukkan kadar abu tepung palado mencapai 4,36%. Secara kuantitatif nilai kadar abu dalam pati berasal dari mineral dalam biji, dan dapat juga berasal dari kontaminasi tanah dan udara selama pengolahan. Menurut Andarwulan, dkk (2011) pengaruh pengolahan pada bahan pangan juga dapat mempengaruhi ketersediaan mineral dalam tubuh. Penggunaan air pada proses pencucian dan perendaman dapat mengurangi ketersediaan mineral karena mineral akan larut oleh air yang digunakan. Proses ekstraksi pada bahan pangan secara nyata dapat menurunkan kandungan mineral. Sedangkan hasil analisis menunjukkan bahwa kadar serat mencapai 4,02% dan memiliki kadar pati sebesar 41,31%. Serat terdiri atas selulosa dengan sedikit lignin dan hemiselulosa. Secara umum tepung/pati mengandung serat lebih rendah dibanding tepung karena proses ekstraksi sebagian serat yang berukuran besar terbuang bersama ampas. Selain itu, kadar serat pati dipengaruhi oleh umur panen sumber patinya. Jika kadar tepung/pati pada sumbernya telah mencapai optimum, maka selanjutnya pati pada biji tanaman akan terus turun secara perlahan dan mulai terjadi perubahan pati menjadi serat (Richana dan Sunarti, 2004).

KESIMPULAN

Potensi pengembangan tepung palado (*aglaia sp*) sangat prospektif untuk dikembangkan karena memiliki komposisi kimia yang komplit meliputi kandungan energi sebesar 396,14 kkal/100 g, karbohidrat 69,78%, kadar air 7,53%, protein 9,59%, lemak 8,74%, serat pangan 4,02%, abu 4,36%, dan kadar pati 41,31%. Hal ini mengindikasikan bahwa potensitepungpalado dijadikan sebagai sumber bahan pangan baru (alternatif) sangat prospektif, karena memiliki kadar karbohidrat lebih dari 50% yaitu sebesar 69,78% yang artinya bisa dijadikan sebagai bahan pangan alternatif dan dijadikan sebagai bahan baku dalam proses pengolahan pangan, misalnya sebagai bahan pengental dan pengisi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2006. Indonesia 2005 – 2025. Buku Putih Penelitian, Pengembangan dan Penerapan Iptek Ketahanan Pangan. Kementerian Negara Riset dan Teknologi, Jakarta.
- Andarwulan, N., F. Kusnandar, dan D. Herawati, 2011. Analisis Pangan. PT. Dian Rakyat, Jakarta.
- AOAC, . 2006. *Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemist*. 18th edition, 6th revision. AOAC International, USA
- Kawasan Konservasi Sumber Daya Alam Bali dan Nusatenggara, 2010. [www. Google.co.id](http://www.Google.co.id). Diakses Tgl 27 Nopember 2011
- Lempang M, dan Asdar M,. 2004. *Struktur Anatomi, Sifat Fisik dan Mekanik Kayu Palado (Aglaiasp)*. Makassar. Laporan Hasil Penelitian Balai Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Sulawesi Selatan.
- Praptiwi, Puspa Dewi, Mindarti Harapani, 2006. Nilai Peroksida Aglaia argentea blume A. tomentosa Teijsm Binn. Jurnal Biodiversitas Vol 7 No. 3 Juli 2006 : 242 - 244
- Pangastuti HA., Affandi DR., dan Ishartani D, 2013. Karakterisasi Sifat Fisik dan Kimia Tepung Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris L.*) dengan Beberapa Perlakuan Pendahuluan. *Jurnal Teknosains Pangan* Vol 2 No. 1 Januari 2013.
- Rahman, 2012. *Pengembangan Buah Palado (Aglaiasp) sebagai Pangan Alternatif Berbasis Sumberdaya Lokal*. Laporan Hasil Peneltian Hibah Bersaing, Ditlitabmas-Dikti, Jakarta.
- Richana dan Sunarti, 2004. Karakterisasi Sifat Fisikokimia Tepung Umbi dan Tepung Pati Umbi Ganyong, Suweg, Ubikelapa dan Gembili. *Jurnal Pascapanen*, 1 (1) : 29 – 37
- Sumowiyarjo S,. 2011. Dukungan Perlindungan Tanaman dalam Membangun Kedaulatan Pangan. www.google.co.id. Download Tgl 23 Juli 2012

T3-PP 11

ISOLASI DAN IDENTIFIKASI BAKTERI ASAM LAKTAT DARI SUSU KERBAU PAMPANGAN SUMATERA SELATAN

*Isolation and identification lactic acid bacteria from Pampangan Buffalo Milk,
South Sumatera*

Heni Rizqiaty^{a*}, Nurwantoro^a, Sri Mulyani^a

^aProgram Studi Teknologi Pangan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro
Kampus Fakultas Peternakan dan Pertanian UNDIP Tembalang, Semarang, Indonesia

*Email: heni.rizqi@gmail.com

ABSTRACT

Pampangan buffalo milk is a source of various lactic acid bacteria (LAB) which is potentially as culture starter as well as probiotic. This study was conducted to isolate and identify LAB from Pampangan buffalo milk, South Sumatera. Lactic acid bacteria were isolated and grown in medium De Man Rogosa Sharpe Agar (MRSA). The isolation was done to obtain pure isolate. The identification of LAB was studied in terms of morphology, physiology and biochemistry. Morphology test conducted was Gram staining and cell forming; physiology test conducted was pH 4.5 and temperature of 45°C; whereas biochemistry test conducted was catalase test, CO₂, dextran and NH₃ production. The results of identification showed that 21 isolates were identified as LAB with Gram-positive, rod and round shaped characteristics. Physiology and biochemistry test results obtained 10 isolates of LAB from Pampangan buffalo milk were SKP2, SKP3, SKP5, SKP6, SKP9, SKP10, SKP14, SKP19, SKP20 and SKP21.

Key words: buffalo milk, LAB, isolation, identification

ABSTRAK

Susu kerbau Pampangan merupakan salah satu sumber bakteri asam laktat (BAL) yang berpotensi sebagai kultur untuk starter maupun probiotik. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi BAL asal susu kerbau Pampangan, Sumatera Selatan. Bakteri asam laktat diisolasi dan ditumbuhkan pada medium De Man Rogosa Sharpe Agar (MRSA). Isolasi dilakukan sampai diperoleh kultur murni. Identifikasi BAL dengan pengujian karakteristik morfologi, fisiologi dan biokimia. Karakteristik morfologi dilakukan dengan pewarnaan Gram dan melihat bentuk sel. Karakteristik fisiologi dilakukan dengan uji ketahanan pada pH 4.5 dan suhu 45 °C. Karakteristik biokimiawi dilakukan dengan uji katalase, produksi CO₂, NH₃, dan dekstran. Hasil identifikasi diperoleh 21 isolat BAL, yang secara umum memiliki karakteristik Gram positif, berbentuk batang dan bulat. Dari hasil pengujian fisiologi dan biokimia diperoleh 10 isolat BAL asal susu kerbau Pampangan, yaitu isolat SKP2, SKP3, SKP5, SKP6, SKP9, SKP10, SKP14, SKP19, SKP20 dan SKP21.

Kata kunci: susu kerbau, BAL, isolasi, identifikasi.

PENDAHULUAN

Susu merupakan salah satu bahan pangan yang secara alami mengandung BAL, yang umumnya digunakan untuk pembuatan kultur starter pada berbagai produk olahan pangan. Bakteri asam laktat asal susu juga berpotensi dikembangkan sebagai probiotik untuk pengembangan pangan fungsional. Adapun definisi probiotik menurut FAO dan WHO yaitu mikroba hidup yang berpengaruh positif bagi kesehatan ketika dikonsumsi dalam jumlah tertentu (Ljungh & Wadstrom 2006). Mikroba yang berperan sebagai probiotik diantaranya bakteri asam laktat (BAL) yang sering digunakan dalam fermentasi makanan dan minuman (de Vrese M et al. 2011).

Isolasi BAL dari berbagai jenis susu sudah dilakukan, diantaranya dari susu ASI (Nuraida et al. 2011), susu domba (Iranmanesh et al. 2012), susu kambing (Setyawardani et al. 2013), susu kuda bima (Antara et al. 2009), susu kuda liar (Sugitha et al. 2011), susu kuda sumbawa (Sujaya et al. 2008), susu sapi (Abdullah & Osman 2010), susu unta (Khedid et al. 2009; Abbas et al. 2015), dan susu kerbau (Aziz et al. 2009; Tambekar et al. 2009; Singh & Sharma 2009; Patel & Patel, 2012; Sharma et al. 2013; Shafakatullah & Chandra 2014; Kumar et al. 2014). Di Indonesia, isolasi BAL dari susu kerbau maupun dari produk olahan susu kerbau sudah dilakukan yaitu isolasi BAL dari susu kerbau sungai Sumatera Utara (Rizqiati et al. 2015a dan Rizqiati et al. 2015b), dan pada produk olahan susu kerbau dari Sumatera Barat 'dadih' (Sunaryanto & Marwoto 2013). Penelitian tentang potensi BAL sebagai probiotik dari bahan-bahan indigenus terus dilakukan terutama untuk dimanfaatkan sebagai pangan fungsional.

Kerbau Pampangan merupakan salah satu sumber daya genetik ternak lokal Indonesia yang belum banyak mendapat perhatian. Produksi susu kerbau bisa mencapai 8 liter per hari. Kualitas susunya cukup bagus dibanding susu sapi dimana kandungan protein dan lemaknya lebih tinggi tetapi kandungan kolesterolnya lebih rendah (Damayanthi et al. 2014). Eksplorasi BAL asal susu kerbau Pampangan dan pemanfaatannya untuk menghasilkan kultur starter maupun produk probiotik saat ini belum banyak dilaporkan. Eksplorasi BAL ini merupakan tahap awal untuk mendapatkan kandidat bakteri probiotik dengan pengujian beberapa karakteristik probiotik, yang selanjutnya diaplikasikan pada produk keju mozzarella menjadi produk keju mozzarella probiotik dengan bahan baku susu kerbau Pampangan.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan isolasi BAL asal susu kerbau Pampangan dan melakukan identifikasi berdasarkan sifat morfologi, fisiologi dan biokimia. Hasil isolasi dan identifikasi BAL ini menjadi tahapan awal seleksi BAL asal susu kerbau Pampangan sebagai kandidat probiotik.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah susu kerbau Pampangan yang diambil dari peternakan kerbau di kecamatan Pampangan (kabupaten OKI) dan kecamatan Rambutan (kabupaten Banyuasin) provinsi Sumatera Selatan, dimana masing-masing lokasi diambil sebanyak lima sampel. Sampel susu kerbau dibawa dalam botol steril kondisi

dingin di dalam coolbox sampai ke tempat pengujian. Pengujian yang dilakukan adalah isolasi dan identifikasi BAL asal susu kerbau Pampangan. Isolasi dilakukan dengan menggunakan media De Man Rogosa Sharpe (MRS). Identifikasi BAL meliputi karakteristik morfologi, fisiologis dan biokimia.

Isolasi BAL

Isolasi BAL mengacu pada Khedid et al. (2009) yang dimodifikasi. Sampel susu kerbau sebanyak 10 ml diambil secara aseptis dimasukkan ke dalam 90 ml larutan NaCl fisiologis (0.85%) steril, selanjutnya dilakukan pengenceran bertingkat sampai pengenceran 10^5 . Sebanyak 1 ml sampel yang sudah diencerkan disebar pada media MRS agar (MRSA) yang mengandung *bromo cresol purple* (BCP) 0.01% dalam cawan petri, selanjutnya sampel diinkubasi anaerob selama 24 jam pada suhu 37°C. Koloni BAL nampak sebagai koloni yang dikelilingi oleh zona berwarna kuning, selanjutnya koloni tersebut diambil dan digoreskan pada media MRSA. Penggoresan dilakukan terus-menerus sampai didapatkan satu koloni yang murni.

Karakteristik morfologi untuk identifikasi BAL

Karakterisasi morfologi sel bertujuan untuk melihat bentuk isolat dan sifat pewarnaan Gram. Bentuk sel dilihat dengan mikroskop dan dilakukan setelah pewarnaan Gram. Morfologi sel yang diharapkan adalah Gram positif dengan sel berbentuk batang atau bulat (Iranmanesh et al. 2012).

Karakteristik fisiologis untuk identifikasi BAL

Pengujian karakteristik fisiologis untuk identifikasi BAL meliputi pengujian ketahanan terhadap suhu dan ketahanan terhadap pH. Pengujian ketahanan terhadap suhu dilakukan untuk memilih BAL yang masih bisa tumbuh pada suhu 45°C dan pada suhu 37°C sebagai kontrol selama 2-5 hari. Pengujian ketahanan terhadap pH bertujuan untuk memilih isolat BAL yang masih bisa tumbuh pada media MRSB dengan lingkungan asam pH 4.5 dan pada kondisi netral pH 7 sebagai kontrol, selanjutnya diinkubasi pada suhu 37°C selama 7 hari. Pertumbuhan ditandai adanya kekeruhan pada media (Aziz et al. 2009).

Karakteristik biokimiawi untuk identifikasi BAL

Pengujian karakteristik biokimiawi untuk identifikasi BAL meliputi uji produksi CO₂, uji katalase, uji produksi dekstran dan uji produksi NH₃. Pengujian produksi CO₂ dilakukan untuk mengetahui kemampuan isolat memproduksi gas CO₂ dari glukosa, yang menunjukkan isolat termasuk homofermentatif atau heterofermentatif. Pengujian katalase dilakukan untuk mengetahui kemampuan isolat dalam memproduksi enzim katalase. Uji katalase dilakukan menggunakan hidrogen peroksida (H₂O₂) 3%. Pengujian produksi dekstran dilakukan untuk mengetahui isolat bisa memproduksi dekstran (terbentuk lendir) yang biasanya dihasilkan oleh genus *Leuconostoc*. Pengujian produksi NH₃ dilakukan

untuk mengetahui isolat yang bisa memproduksi amonia, yang biasanya dihasilkan oleh genus *Streptococcus* (Setyawardani et al. 2013).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi Bakteri Asam Laktat dari Susu Kerbau Pampangan

Isolasi BAL menggunakan media MRSA yang ditambahkan dengan BCP sebagai indikator bakteri pembentuk asam, dimana isolat yang memproduksi asam akan membentuk zona kuning. Penampakan koloni BAL berupa koloni bundar berwarna putih dengan zona kuning disekeliling koloni. Dari hasil isolasi diperoleh 30 isolat asal susu kerbau Pampangan, dari dua lokasi pengambilan sampel yaitu di kecamatan Pampangan dan kecamatan Rambutan dimana masing-masing lokasi berhasil diperoleh sebanyak 15 isolat. Koloni BAL yang ditumbuhkan di media MRSA yang ditambahkan dengan BCP akan nampak sebagai koloni yang dikelilingi oleh zona berwarna kuning (Surono 2004).

Identifikasi Bakteri Asam Laktat dari Susu Kerbau Pampangan

Prinsip isolasi BAL adalah mendapatkan koloni tunggal yang akan diuji untuk mengetahui sifat-sifat BAL. Sebanyak 30 isolat BAL berhasil diisolasi dari susu kerbau Pampangan. Karakteristik morfologi isolat BAL diketahui melalui pewarnaan Gram. Hasil pengujian menunjukkan 30 isolat yang berhasil diisolasi dari susu kerbau Pampangan adalah 21 isolat merupakan bakteri Gram positif, dan 9 isolat adalah Gram negatif. Isolat dengan hasil pewarnaan Gram negatif (-) dibuang karena isolat tersebut bukan isolat BAL, dimana BAL seharusnya mempunyai karakteristik pewarnaan Gram positif (+). Hasil pengujian bentuk sel BAL menunjukkan dari 21 isolat, sebanyak 6 isolat berbentuk bulat (28.6%) dan 15 isolat berbentuk batang (71.4%) (Tabel 1). Hasil ini senada dengan Rizqiati et al. (2015a) yang menyatakan bahwa dari 96 isolat murni yang berhasil diisolasi dari susu kerbau sungai Sumatera Utara, sebanyak 84 isolat adalah bakteri Gram positif dan 12 isolat adalah bakteri Gram negatif. Hasil pengujian bentuk sel BAL menunjukkan, dari 84 isolat, sebanyak 19 isolat berbentuk bulat (22.6%) dan 65 isolat berbentuk batang (77.4%). Menurut Axelsson et al. (2004), BAL merupakan bakteri Gram positif berbentuk batang atau bulat dan bersifat katalase negatif.

Tabel 1. Karakteristik morfologi isolat BAL dari susu kerbau Pampangan

No.	Asal Isolat	Kode Isolat	Pewarnaan Gram	Bentuk
1.	Kec. Rambutan	SKP1	Positif (+)	batang
2.	Kec. Rambutan	SKP2	Positif (+)	batang
3.	Kec. Rambutan	SKP3	Positif (+)	batang
4.	Kec. Rambutan	SKP4	Positif (+)	bulat
5.	Kec. Rambutan	SKP5	Positif (+)	bulat
6.	Kec. Rambutan	SKP6	Positif (+)	batang
7.	Kec. Rambutan	SKP7	Positif (+)	batang
8.	Kec. Rambutan	SKP8	Positif (+)	bulat
9.	Kec. Rambutan	SKP9	Positif (+)	batang

10.	Kec. Rambutan	SKP10	Positif (+)	batang
11.	Kec. Pampangan	SKP11	Positif (+)	bulat
12.	Kec. Pampangan	SKP12	Positif (+)	batang
13.	Kec. Pampangan	SKP13	Positif (+)	batang
14.	Kec. Pampangan	SKP14	Positif (+)	bulat
15.	Kec. Pampangan	SKP15	Positif (+)	batang
16.	Kec. Pampangan	SKP16	Positif (+)	batang
17.	Kec. Pampangan	SKP17	Positif (+)	batang
18.	Kec. Pampangan	SKP18	Positif (+)	bulat
19.	Kec. Pampangan	SKP19	Positif (+)	batang
20.	Kec. Pampangan	SKP20	Positif (+)	batang
21.	Kec. Pampangan	SKP21	Positif (+)	batang

Karakteristik Fisiologis dan Biokimia untuk Identifikasi BAL

Klasifikasi spesies BAL berdasarkan karakteristik fisiologi antara lain toleransi terhadap suhu, kadar garam dan pH, sedangkan karakteristik biokimia berdasarkan uji katalase, kemampuan produksi CO₂, dekstran dan NH₃. Klasifikasi spesies BAL susu kerbau Pampangan berdasarkan karakteristik fisiologis biokimia terdapat pada Tabel 2.

Pengujian karakteristik fisiologi meliputi pengujian ketahanan suhu dan ketahanan terhadap pH. Semua isolat BAL tumbuh pada suhu 37°C (100%), 15 isolat tumbuh pada suhu 45°C (71,4%) dan hanya 13 isolat (61,3%) yang tumbuh pada suhu 10°C. Isolasi BAL dari keju yang diuji terhadap parameter suhu dan garam, hasilnya semua BAL jenis *lactococci* dapat tumbuh pada suhu 10, 30 dan 40°C dan kadar garam 1, 2 dan 4 % (Ayad *et al.* 2006).

Hasil pengujian ketahanan BAL terhadap suhu tinggi dari 21 isolat diperoleh 15 isolat (71.4%) tahan hidup pada suhu tinggi dan 6 isolat (28.6%) tidak tahan suhu tinggi. Hasil pengujian ketahanan BAL dari susu kerbau sungai Sumatera Utara terhadap suhu tinggi, dari 84 isolat diperoleh 78 isolat (92.8%) tahan hidup pada suhu tinggi dan 6 isolat (7.1%) tidak tahan suhu tinggi (Rizqianti *et al.* 2015a). Elgandi *et al.* (2008) menyatakan bahwa ketahanan 14 isolat asal susu segar dapat tumbuh pada suhu 45°C. Menurut El Soda *et al.* (2003) kelompok termofilik *lactobacilli* dan *cocci* dapat tumbuh pada suhu 45°C, tetapi tidak pada suhu 10°C. Kelompok mesofilik tidak tumbuh pada suhu 45°C tetapi tumbuh pada suhu 10°C. Kelompok mesofilik *lactococci* tumbuh pada suhu 10°C tetapi tidak pada suhu 45°C. Kelompok *enterococci* tumbuh pada suhu 45 dan 10°C.

Tabel 2. Klasifikasi spesies BAL susu kerbau Pampangan berdasarkan karakteristik fisiologis dan biokimia

Kode Isolat	Katalase	Suhu (°C)			Kadar garam (%)			pH			CO ₂	dekstran	NH ₃	Identifikasi awal
		10	37	45	4	0	6.5	4.5	7.0	9.6				
SKP1	-	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	<i>Lactobacillus</i> heterofermentatif
SKP2	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	<i>Lactobacillus</i> homofermentatif
SKP3	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	<i>Lactobacillus</i> homofermentatif

SKP4	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	<i>Streptococcus</i> heterofermentatif
SKP5	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	<i>Lactococcus</i> homofermentatif
SKP6	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	<i>Lactobacillus</i> homofermentatif
SKP7	-	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	<i>Lactobacillus</i> homofermentatif
SKP8	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	<i>Kapang</i>
SKP9	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	<i>Lactobacillus</i> homofermentatif
SKP10	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	<i>Lactobacillus</i> homofermentatif
SKP11	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	<i>Lactococcus</i> heterofermentatif
SKP12	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	<i>Lactobacillus</i> homofermentatif
SKP13	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	<i>Lactobacillus</i> homofermentatif
SKP14	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	<i>Lactococcus</i> homofermentatif
SKP15	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	<i>Lactobacillus</i> heterofermentatif
SKP16	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	<i>Lactobacillus</i> heterofermentatif
SKP17	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	<i>Lactobacillus</i> homofermentatif
SKP18	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	<i>Streptococcus</i> homofermentatif
SKP19	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	<i>Lactobacillus</i> homofermentatif
SKP20	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	<i>Lactobacillus</i> homofermentatif
SKP21	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	<i>Lactobacillus</i> homofermentatif

Pengujian toleransi BAL terhadap kadar garam 4,0 dan 6,5 % menunjukkan bahwa semua isolat BAL yang diuji mampu tumbuh. Ayad *et al.* (2006) menyatakan bahwa strain *Lc. subsp cremoris* mempunyai toleransi lebih baik dibandingkan strain *lactococci* terhadap garam 4,0 dan 6,5 %.

Hasil pengujian ketahanan terhadap pH dari 21 isolat diperoleh 16 isolat (76.2%) bisa tumbuh pada pH 4.5 dan 5 isolat (23.8%) tidak bisa hidup pada pH tersebut. Hasil penelitian Rizqiati *et al.* (2015) menunjukkan ketahanan terhadap pH dari isolat BAL asal susu kerbau sungai Sumatera Utara, dari 78 isolat diperoleh 70 isolat (89.7%) bisa tumbuh pada pH 4.5 dan 8 isolat (10.3%) tidak bisa hidup pada pH tersebut. Berdasarkan hasil penelitian Fowoyo & Ogunbanwo (2010) jenis isolat bakteri asam laktat yang hidup pada pH 2 lebih sedikit. Jenis bakteri asam laktat yang mampu hidup pada pH 2 memiliki kemampuan hidup yang lebih pada kondisi yang sangat asam, dan mampu menghasilkan jumlah asam organik yang lebih besar. Asam organik yang dihasilkan dapat digunakan untuk memperbaiki aroma, tekstur, dan rasa pada produk hasil fermentasi.

Hasil pengujian karakteristik biokimia, pada pengujian produksi CO₂ dari glukosa terhadap 21 isolat BAL indigenus susu kerbau Pampangan menunjukkan bahwa 6 isolat (28.6%) bisa memproduksi CO₂ (bersifat heterofermentatif), sedangkan 15 isolat (71.4%) tidak memproduksi CO₂ (bersifat homofermentatif). Hasil penelitian Rizqiati et al. (2015) menunjukkan pada pengujian produksi CO₂ dari glukosa terhadap 70 isolat BAL indigenus susu kerbau sungai Sumatera Utara menunjukkan bahwa 21 isolat (30%) bisa memproduksi CO₂ (bersifat heterofermentatif), sedangkan 49 isolat (70%) tidak memproduksi CO₂ (bersifat homofermentatif). Hasil serupa juga dipaparkan oleh Abdulah & Oman (2010) yang menyatakan bahwa jumlah BAL homofermentatif lebih banyak ditemukan pada susu sapi, keju dan susu fermentasi. Menurut Axelsson (2004) berdasarkan pola fermentasinya, BAL dibagi menjadi tiga kelompok yaitu homofermentatif obligatif, heterofermentatif fakultatif dan heterofermentatif obligat BAL.

Pengujian katalase dari 21 isolat diperoleh 20 isolat (95.2%) tidak menghasilkan gelembung gas O₂ sehingga digolongkan sebagai bakteri katalase negatif, sedangkan 1 isolat (4.8%) menghasilkan gelembung gas O₂ sehingga digolongkan sebagai bakteri katalase positif. Hasil penelitian Rizqiati et al. (2015a) menyatkan pengujian katalase isolat BAL asal susu kerbau sungai Sumatera Utara, dari 70 isolat diperoleh 52 isolat (74.3%) merupakan bakteri katalase negatif, sedangkan 18 isolat (25.7%) bakteri katalase positif. Pengujian katalase bertujuan untuk mengetahui keberadaan enzim katalase yang terdapat pada kultur starter bakteri.

Hasil pengujian produksi dekstran dari sukrosa terhadap 21 isolat BAL indigenus susu kerbau Pampangan menunjukkan bahwa hasil pengujian negatif atau semua isolat tidak memproduksi dekstran. Hasil ini sedikit berbeda dengan hasil penelitian Rizqiati et al. (2015a) dimana pengujian produksi dekstran dari sukrosa terhadap 52 isolat BAL dari susu kerbau sungai Sumatera Utara menunjukkan bahwa 4 isolat (7.7%) positif memproduksi dekstran, sedangkan 48 isolat (92.3%) tidak memproduksi dekstran. Isolat BAL yang tidak menghasilkan dekstran dapat disimpulkan isolat tersebut tidak termasuk dalam kelompok *Leuconostoc*. Salah satu ciri *Leuconostoc* adalah produksi dekstran yang tervisualisasikan sebagai mukoid. Dekstran didefinisikan sebagai poliglukosakarida larut air yang terbentuk dari ikatan α 1-6 glukosidik dengan proporsi 0-20 % (Sarwat et al. 2008).

Hasil pengujian 21 isolat dalam memproduksi NH₃ dari arginin, diperoleh 2 isolat (9%) positif memproduksi NH₃, sedangkan 19 isolat (91%) tidak memproduksi NH₃. Isolat yang menghasilkan NH₃ tidak dipilih untuk dilanjutkan ke tahap berikutnya, karena dengan memproduksi NH₃ dikhawatirkan akan mempengaruhi aroma produk yang dihasilkan. Hasil penelitian senada dengan Rizqiati et al. (2015a) yang menyatakan bahwa hasil pengujian 48 isolat dalam memproduksi NH₃ dari arginin, diperoleh 7 isolat (14.6%) positif memproduksi NH₃, sedangkan 41 isolat (85.4%) tidak memproduksi NH₃. Hasil penelitian Tserovska et al. (2002) menjelaskan bahwa 60 % BAL dari keju dan susu mampu memproduksi NH₃ dari arginin.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengisolasi dan mengidentifikasi 21 isolat BAL asal susu kerbau Pampangan yang mempunyai karakteristik morfologi BAL Gram positif, berbentuk batang dan bulat. Dari hasil pengujian karakteristik fisiologi dan biokimia dipilih 10 isolat yang mempunyai karakteristik bisa tumbuh pada pH 4.5, suhu 45°C, katalase negatif, tidak memproduksi CO₂, NH₃ dan dekstran, yaitu isolat SKP2, SKP3, SKP5, SKP6, SKP9, SKP10, SKP14, SKP19, SKP20 dan SKP21. Kesepuluh isolat tersebut yang dipilih untuk pengujian tahap selanjutnya yaitu pengujian karakteristik probiotik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktur Litabmas Ditjen Dikti Kemenristekdikti yang telah mendanai kegiatan penelitian ini melalui program Hibah Bersaing tahun 2015 dengan dengan SPK No : 141-57/UN7.5.1/PG/2015 tanggal 16 Februari 2015.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas MM, Mahasneh AM. 2015. Functional Characteristics of *Lactobacillus* strains isolated from camel's milk. British Journal of Medicine & Medical Research. 7:25-39.
- Abdullah SA, Osman MM. 2010. Isolation and identification of lactic acid bacteria from raw cow milk, White Cheese and Rob in Sudan. Pakist J Nutr 9:1203-1206.
- Antara NS, Dibia IN, Aryanta WR. 2009. Karakterisasi Bakteri Asam Laktat yang diisolasi dari susu kuda Bima. Agritech 29:1-9.
- Axelsson L. 2004. Lactic acid bacteria: Classification and physiology. Di dalam: Salminen, S dan Von Wright A. (Eds.). Lactic Acid Bacteria: Microbiology dan Functional Aspects. Marcel Dekker Inc, New York(USA). p.1-73.
- Aziz T, Khan H, Bakhtiar SM, Naurin M. 2009. Incidence dan relative abundance of lactic acid bacteria in raw milk of buffalo, cow and sheep. The J of Anim & Plant Sc. 19:168-173.
- Damayanthi E, Yopi, Hasinah H, Setyawardani T, Rizqiati H, Putra S. 2014. Karakteristik Susu Kerbau Sungai dan Rawa di Sumatera Utara. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI). 19:67-73.
- De Vrese M, Kristen H, Rautenberg P, Laue C, Schrezenmeir J. 2011. Probiotic Lactobacilli and Bifidobacteria in a fermented milk product with added fruit preparation reduce antibiotic associated diarrhea and helicobacter pylori activity. J dairy Res 78:396-403. DOI:10.1017/S0022029911000063X.
- Elgandi Z, Abdel GWS, Dirar NA. 2008. Isolation and identification of lactic acid bacteria and yeast from raw milk in Khartoum State (Sudan). Res J Microbiol. 3:163-168.
- El Soda M, Ahmed N, Omran N, Osman G, Morsi A. 2003. Isolation, identification and selection of lactic acid bacteria cultures for cheesemaking. Emir J Agric Sci 15:51-71.

- Fowoyo PT, Ogunbanwo ST. 2010. Phenotypic diversity of lactic acid bacteria isolated from *Massa*, a fermented maize dough. *African Journal of Microbiology Research*. Vol. 4:2682-2691.
- Gawad AE, Fatah AE, Rubayyi A. 2010. Identification and characterization of dominant lactic acid bacteria isolated from traditional rayeb milk in Egypt. *Journal of American Science*. 6:728-735.
- Iranmanesh M, Ezzatpanah H, Mojjani N, Torshizi MAK, Aminafshar M, Maohamadi M. 2012. Isolation of lactic acid bacteria from Ewe milk, traditional yoghurt and sour buttermilk in Iran. *European Journal of Food Research & Review*. 2:79-92
- Khedid K, Faïd M, Mokhtari A, Soulaymani A, Zinedine A. 2009. Characterization of lactic acid bacteria isolated from the one humped camel milk produced in Morocco. *Microbiological Research*. 164:81-91.
- Kumar R, Pandey S, Kapoor P, Awasthi S, Bhatnagar T. 2014. Isolation and characterization of endemic strains of *Lactobacillus* sp. and evaluation of their probiotic activity. *Int. J.Curr.Microbiol.App.Sci*. 3:907-916.
- Ljungh A, Wadstrom T. 2006. Lactic acid bacteria as probiotic. *Curr Issues Intest Microbiol*. 7(2):73-89.
- Nuraida L, Winarti S, Hana, Prangdimurti E. 2011. Evaluasi in vitro terhadap kemampuan isolat bakteri asam laktat asal air susu ibu untuk mengasimilasi kolesterol dan mendeconjugasi garam empedu. *J. Teknol. Dan Industri Pangan*. 22:46-52.
- Patel N, Patel V. 2012. Isolation, identification and antimicrobial activity determination of lactic acid bacteria from buffalo milk in Gujarat state India. *International Journal of Pharma World Research*. 3:1-8.
- Rizqiaty H, Sumantri C, Noor RR, Damayanthi E, Rianti EI. 2015a. Isolation and Identification of Indigenous Lactic Acid Bacteria from North Sumatera River Buffalo Milk. *JITV*. 20 (2).
- Rizqiaty H, Sumantri C, Noor RR, Damayanthi E, Rianti EI. 2015b. Characteristics of Indigenous Probiotic from River Buffalo Milk in North Sumatera Indonesia. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)*. 22:113-120.
- Sarwat F, Ali S, Qader, Aman A, Ahme N. 2008. Production and characterization of a unique dextran from an indigenous *Leuconostoc mesenteroides* CMG713. *Int J Biol Sci*. 4:379-386.
- Shafakatullah N, Chandra M. 2014. Screening of row buffalo's milk from Karnataka for potential probiotic strains. *Research Journal of Recent Science*. 3:73-78.
- Sharma R, Sanodiya BS, Thakur GS, Jaiswal P, Pal S, Sharma A, Bisen PS. 2013. Characterization of lactic acid bacteria from raw milk samples of cow, goat, sheep, camel and buffalo with special eludation to lactic acid production. *British Microbiology Research Journal*. 3:743-752.
- Singh GP, Sharma RR. 2009. Dominating species of *Lactobacilli* and *Leuconostoc* present among the lactic acid bacteria of milk of different cattles. *Asian J.Exp.Sci*. 23:173-179.

- Sugitha IM, Arisandhi PW, Sinaga KYRH. 2011. Isolasi Bakteri Asam Laktat susu kuda liar sebagai starter dadih. The Excellence Research Universitas Udayana. Bali. p.121-125
- Sujaya N, Ramona Y, Widarini NP, Suariani NP, Utama Dwipayanti NM, Nocianitri KA, Nursini NW. 2008. Isolasi dan karakterisasi bakteri asam laktat dari susu kuda Sumbawa. J Vet. 9:52-59.
- Sunaryanto R, Marwoto B. 2013. Isolasi, identifikasi dan karakterisasi bakteri asam laktat dari dadih susu kerbau. J Sains dan Tekn Ind 14:228-233.
- Surono IS. 2004. Probiotik: Susu fermentasi dan kesehatan. Jakarta (ID): PT. Tri Cipta Karya.
- Setyawardani T, Rahayu WP, Maheswari RRA, Palupi NHS. 2013. Identification and characterization of probiotic lactic acid bacteria isolated from indigenous goat milk. J Anim Prod. 1:57-63.
- Tambekar DH, Bhutada SA, Choudhary SD, Khond MD. 2009. Assessment of potensial probiotic bacteria isolated from milk of domestic animals. J Appl Bio. 15:815-819.
- Tserovska L, Stefanova S, Yordanova T. 2002. Identification of lactic acid bacteria isolated from kalyk, goat's milk and cheese. J Cult Coll. 3:48-52.

T3-PP 14

KAJIAN PEMBUATAN SIRUP KOPI REMPAH, CEMILAN BIJI KOPI DAN PUDING KOPI COKELAT

Ir. Sri Hastuti, Ms*, Dina Mardhatilah STp., MSi

Prodi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas teknologi Pertanian, Institut Pertanian Stiper

Jl Nangka II, MaguwoharjoDepok, Sleman, yogyakarta, Indonesia

dinamardhatilah@yahoo.co.id

ABSTRACT

The purpose of this study is to increase coffee consumption in the community by creating a wide variety of processed coffee products such as coffee syrup spices, snacks coffee beans, coffee and chocolate pudding. Expected with the development of a wide variety of processed coffee products able to increase coffee consumption in the community. The study was conducted by using device complete block randomized to products coffee syrup spices with two factors, namely variation of the concentration ratio of coffee and spices as the first factor (K1; 50% of coffee powder: 50% spice, K2; 60% of coffee powder: 40% of spices, K3 ; 70% of coffee powder: 30% of spices and concentration of ginger as a factor of two (M1: 10%, M2: 15%, M3: 20%). In this trial conducted with 2 replicates expressed as a block. For product snack coffee beans The study was conducted by using device complete block randomized with two factors, namely variation of soaking the beans in a solution of PE (T1 = 30 min, T2 = 60 minutes, T3 = 90 minutes) and long evaporation of a solution of PE as a factor of two (B1 = 30 minutes, B2 = 60 minutes, B3 = 90 minutes), and for products pudding coffee chocolate is done by using the draft CRD (completely randomized design) with one factor, namely the variation ratio of the concentration of the coffee and cocoa powder as a factor experiment (K1 = 5% powdered coffee: 10 % cocoa powder, K2 = 10% coffee powder: 5% cocoa powder, K3 = 15% powdered coffee: 0% cocoa powder, K4 = 0% coffee powder: 15% cocoa powder, K5 = 15% powdered coffee: 15% powder brown). Treatment K3 (70% coffee powder: 30% of spices) and M3 (20% ginger) is a comparison of the most preferred by the panelists to favorite flavor of coffee syrup spices with preference level 6 (love), for pudding coffee chocolate treatment K1 comparison of coffee and chocolate (1: 2) and K4 comparison of coffee and chocolate (0: 1) a comparison of the most favored panelists, and for snacks and coffee beans treated T3B3 soaking 90 minutes and longer steaming 90 minutes is the treatment of the most favored of the texture of the beans with tingkay A 6 (love).

Keywords: coffee syrup spices, coffee pudding chocolate, snacks coffee beans

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah meningkatkan konsumsi kopi dimasyarakat dengan cara menciptakan berbagai macam produk olahan kopi seperti sirup kopi rempah, cemilan biji kopi, dan puding kopi coklat. Diharapkan dengan pengembangan berbagai macam produk olahan kopi mampu meningkatkan konsumsi kopi dimasyarakat. Penelitian dilakukan dengan menggunakan rancangan blok lengkap teracak untuk produk sirup kopi rempah dengan 2 faktor yaitu variasi perbandingan konsentrasi kopi dan rempah sebagai faktor pertama (K1; 50%bubuk kopi : 50% rempah, K2; 60% bubuk kopi : 40% rempah, K3 ; 70% bubuk kopi : 30% rempah dan konsentrasi jahe sebagai factor kedua (M1: 10%,M2 : 15%,M3: 20%).Dalam percobaan ini dilakukan dengan 2 kali ulangan yang dinyatakan sebagai blok. Untuk produk cemilan biji kopi Penelitian dilakukan dengan menggunakan rancangan blok lengkap teracak dengan 2 faktor yaitu variasi lama perendaman biji kopi dalam larutan PE (T1= 30 menit, T2 = 60 menit, T3 = 90 menit) dan lama penguapan larutan PE sebagai factor kedua (B1= 30 menit, B2 = 60 menit , B3 = 90 menit), dan untuk produk puding kopi cokelat dilakukan dengan menggunakan rancangan CRD (completely randomized design) dengan 1 faktor yaitu variasi perbandingan konsentrasi kopi dan bubuk kakao sebagai faktor percobaan (K1 = 5%bubuk kopi : 10% bubuk coklat, K2 = 10% bubuk kopi : 5% bubuk coklat, K3 = 15% bubuk kopi : 0% bubuk coklat,K4 = 0 % bubuk kopi: 15% bubuk coklat,K5 = 15% bubuk kopi:

15% bubuk cokelat). Perlakuan K3 (70% bubuk kopi : 30% rempah) dan M3 (20% jahe) adalah perbandingan yang paling disukai oleh panelis untuk kesukaan citarasa sirup kopi rempah dengan tingkat kesukaan 6 (suka), untuk puding kopi cokelat perlakuan K1 perbandingan kopi dan cokelat (1:2) dan K4 perbandingan kopi dan cokelat (0:1) adalah perbandingan yang paling disukai panelis, dan untuk cemilan biji kopi perlakuan T3B3 perendaman 90 menit dan lama pengukusan 90 menit adalah perlakuan yang paling disukai terhadap tekstur biji kopi dengan tingkat kesukaan 6 (suka). Kata kunci: sirup kopi rempah, puding kopi cokelat, cemilan biji kopi

PENDAHULUAN

Kopi merupakan komoditi perkebunan penting bagi Indonesia, karena Indonesia merupakan Negara produsen kopi ketiga dunia. Jenis kopi yang banyak diusahakan di Indonesia adalah jenis Robusta dan Arabika. Dari kedua jenis kopi tersebut, Robusta lebih mudah ditanam, hasil produksinya lebih besar daripada arabika, harga lebih murah daripada jenis Arabika. Dari total produksi kopi Indonesia, 550.000 ton (81,2%) berupa kopi Robusta dan 125.000 ton (18,8%) berupa kopi Arabika. Pemanfaatan kopi saat ini kebanyakan diolah menjadi minuman, dengan berbagai macam jenis merk yang beredar di pasar. Kebanyakan dari produk tersebut berupa kopi instant dengan penambahan gula, susu, lemak nabati (*krimmer*). Konsumsi kopi masih tergolong sangat rendah, yaitu 800 gram per orang per tahun, walaupun masyarakat Indonesia termasuk kelompok orang yang menyukai minuman kopi. Masyarakat perkotaan di Indonesia menjadikan seduhan kopi panas sebagai minuman favorit nomor dua setelah teh panas. Oleh karena itu perlu dikembangkan inovasi produk olahan kopi baru dengan citarasa yang lain, diharapkan dapat meningkatkan jumlah konsumsi kopi.

Pengembangan produk olahan kopi yang dapat dilakukan adalah dengan membuat sirup kopi rempah yang mempunyai cita rasa rempah yang menghangatkan. Cemilan biji kopi, dan puding kopi cokelat. Berbagai macam produk dapat dibuat menggunakan bahan dasar kopi hal ini dikarenakan kopi mempunyai citarasa khas dan efek menyegarkan, tetapi agak pahit. Rempah juga memberikan aroma tertentu untuk memenuhi selera seseorang dengan efek menyegarkan dan menghangatkan badan khas rempah. Dengan menggabungkan kopi dan rempah yang mempunyai senyawa aktif hampir sama, maka dimungkinkan akan menimbulkan citarasa campuran yang dapat disenangi konsumen. Seberapa banyak perbandingan kopi dan rempah perlu diteliti supaya dapat menghasilkan minuman dari kopi dan rempah yang memberikan kesegaran khusus dan baik bagi kesehatan.

Pencampuran kopi dan rempah dapat menghasilkan citarasa yang pas dengan selera konsumen dan dapat memberikan efek kesegaran dan kesehatan pada konsumen belum diketahui, maka pada penelitian ini akan dilakukan percobaan pembuatan minuman campuran kopi dan rempah dengan berbagai variasi perbandingan, sehingga dapat ditentukan perbandingan yang dapat mendekati kesukaan konsumen.

Cemilan biji kopi juga merupakan produk olahan kopi yang unik, namun tingginya kadar kafein dalam biji kopi berbahaya bagi kesehatan sehingga perlu dilakukan pengurangan kadar kafein menggunakan PE, pada penelitian ini dilakukan percobaan pembuatan cemilan biji kopi dengan berbagai variasi perbandingan volume PE dan lama

perendaman biji kopi dalam larutan PE, sehingga dapat ditentukan kadar kafein yang aman bagi kesehatan.

Kopi juga dapat dimanfaatkan dalam pembuatan puding untuk memberikan rasa yang berbeda dari biasanya. Puding yang biasa didapatkan dalam sajian sehari-hari adalah puding rasa coklat. Pada penelitian ini juga akan dicoba untuk membuat puding dengan rasa campuran kopi dan coklat. Seberapa besar perbandingan kopi dan coklat dalam pembuatan puding belum diketahui, maka pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan puding rasa kopi coklat dengan berbagai perbandingan.

Tujuan penelitian

Tujuan penelitian ini adalah meningkatkan konsumsi kopi dimasyarakat dengan cara menciptakan berbagai macam produk olahan kopi seperti sirup kopi rempah, cemilan biji kopi, dan puding kopi coklat. Diharapkan dengan pengembangan berbagai macam produk olahan kopi mampu meningkatkan konsumsi kopi dimasyarakat.

BAHAN DAN METODE

1. Untuk kopi rempah bahan yang digunakan; Rempah yang terdiri dari: kapulaga, cengkeh, lada, dan kayu manisgula dan jahe semua bahan tersebut didapat dipasar tradisional. Untuk cemilan biji kopi bahan yang digunakan; petroleum eter, dan biji kopi (ose), dan untuk puding kopi coklat bahan yang digunakan; agar-agar, bubuk kopi, gula pasir, dan coklat.
2. Peralatan yang digunakan adalah kertas saring dan peralatan masak
3. Metode yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dan Uji Organoleptik meliputi kesukaan, aroma, warna, aroma dari produk kopi rempah, cemilan biji kopi dan puding kopi coklat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa yang dilakukan pada produk olahan kopi ; sirup kopi rempah, puding kopi coklat, dan cemilan biji kopi meliputi analisis organoleptik.

A. Analisis organoleptik (sirup kopi rempah)

1. Kesukaan warna

Dari pengujian warna kepada 20 orang panelis yang berbeda didapatkan data kesukaan seperti pada Tabel 5 dibawah ini. Kemudian total kesukaan dari masing-masing panelis dihitung reratanya, untuk mengetahui nilai kesukaan yang disukai panelis.

Tabel 5. Data primer pengamatan organoleptik Kesukaan warna

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	jml	rerata
K1M1	6	4	6	6	6	4	6	5	5	3	5	5	6	6	6	6	5	6	4	3	97	4,85
K2M1	6	4	6	6	6	6	2	6	6	5	5	5	5	6	6	4	6	4	5	2	95	4,75
K3M1	6	4	6	6	6	5	2	2	4	5	5	4	4	6	6	4	6	2	2	5	84	4,2
K1M2	6	4	6	6	6	5	5	6	3	5	5	5	5	6	6	6	6	6	5	5	101	5,05

K2M2	6	4	6	6	6	5	2	7	4	6	3	2	5	5	6	6	6	5	6	4	94	4,7
K3M2	6	4	6	6	6	5	2	5	3	6	5	5	5	6	6	6	5	4	5	6	96	4,8
K1M3	6	4	6	6	6	5	1	5	5	5	4	6	6	6	6	6	5	7	6	6	101	5,05
K2M3	6	4	6	6	6	6	5	6	6	6	3	6	6	6	6	5	4	6	6	6	105	5,25
K3M3	6	4	6	6	7	7	5	6	6	3	6	6	6	5	4	6	6	7	7	6	109	5,45
Jml	54	36	54	54	55	53	30	49	43	39	41	44	48	52	52	49	49	47	46	43	882	44,1

Data primer dari hasil rerata pengujian dilakukan uji keragaman untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kesukaan warna dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Analisa keragaman organoleptik kesukaan warna sirup kopi rempah

Sumber keragaman	Db	JK	Kuadrat tengah	F hit	F tabel	
					5%	1%
Blok/panelis	19	743,0333	39,10702			
Perlakuan	8	20,7	2,5875	0,53812825 ^{tn}	-	-
K	2	0,833333	0,416667	0,021664 ^{tn}		
M	2	12,9	6,45	0,335355 ^{tn}		
K x M	4	6,966667	2,6875	0,007265 ^{tn}		
Error	2	38,4667	19,23333			
Total	37	822,9	70,482017			

Keterangan: ** = berbeda sangat nyata
 * = berbeda nyata
 tn = tidak ada beda nyata

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa persentase kopi rempah dan persentase jahe yang digunakan untuk pembuatan sirup kopi rempah tidak berpengaruh terhadap kesukaan panelis pada warna sirup kopi rempah yang dihasilkan. Diduga selama proses pembuatan sirup kopi kekentalan untuk semua perlakuan sama kekentalan yang sama diakibatkan oleh penambahan gula dan lama waktu perebusan yang seragam untuk semua perlakuan sehingga didapatkan kekentalan sirup kopi rempah yang sama hal inilah yang menyebabkan warna antara perlakuan yang satu dan lainnya tidak berbeda nyata.

Penambahan jahe juga tidak berpengaruh terhadap warna sirup kopi hal ini diduga karena larutan jahe tidak berwarna, sehingga warna di dominasi warna hitam yang dihasilkan oleh kopi.

2. Kesukaan aroma

Dari pengujian aroma kepada 20 orang panelis yang berbeda didapatkan data kesukaan seperti pada Tabel 7 dibawah ini. Kemudian total kesukaan dari masing-masing panelis dihitung reratanya, untuk mengetahui nilai kesukaan yang disukai panelis.

Tabel 7. Data primer pengamatan organoleptik Kesukaan aroma

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	jml	rerata
K1M1	5	3	6	6	3	5	6	3	2	3	3	6	6	5	6	2	5	5	3	3	86	4,3
K1M2	6	6	6	6	5	6	5	2	2	4	5	4	4	5	5	4	6	4	2	6	93	4,65
K1M3	5	4	6	6	4	5	2	3	3	4	5	4	4	6	5	4	4	4	4	5	87	4,35
K2M1	6	5	6	6	6	5	6	6	5	5	5	5	5	5	5	6	5	5	5	5	107	5,35
K2M2	5	6	6	5	6	6	3	6	4	5	5	6	6	5	5	6	6	6	6	6	109	5,45
K2M3	6	5	6	6	6	6	2	3	4	5	5	6	5	5	6	6	5	5	6	6	104	5,2
K3M1	6	6	5	6	6	5	5	2	3	4	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	104	5,2
K3M2	6	4	6	5	6	5	6	6	6	4	5	2	5	5	5	6	5	6	5	5	104	5,15
K3M3	6	5	6	6	7	7	6	6	6	5	5	2	4	6	5	6	5	7	6	7	103	5,65
Jml	51	44	53	52	49	50	41	37	35	39	43	40	44	47	48	46	47	48	43	49	113	45,3

Data primer dari hasil rerata pengujian dilakukan uji keragaman untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kesukaan warna dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Analisa keragaman organoleptik kesukaan aroma sirup kopi rempah

Sumber keragaman	db	JK	Kuadrat tengah	F hit	F tabel	
					5%	1%
Blok/panelis	19	159,75	8,407895	0,34636 ^{tn}		
Perlakuan	8	4526,761	565,8451	23,30979**	3,44	6,03
K	2	1428,378	714,1889	29,42076**	18,51	99,49
M	2	1419,511	709,7556	29,23813**	18,51	99,49
K x M	4	1678,872	506899,5	20881,55**	19,25	99,25
Eror	2	412,828	24,275	23,30979**		
Total	37	4735,061				

Keterangan: ** = berbeda sangat nyata
 * = berbeda nyata
 tn = tidak ada beda nyata

Dari data pada Tabel 8 diatas dapat diketahui bahwa variasi persentase kopi rempah serta variasi persentase penambahan jahe yang digunakan dalam pembuatan sirup kopi rempah sangat berpengaruh terhadap kesukaan panelis pada aroma sirup kopi rempah yang dihasilkan.

Tabel 9. Rerata organoleptik kesukaan aroma hasil uji jarak berganda Duncan pada jenjang nyata 5%

Perlakuan	Rerata kesukaan aroma
KIMI	4,3 a
KIM2	4,65 b
KIM3	4,35 c
K2M1	5,35 d

K2M2	5,45 e
K2M3	5,2 f
K3M1	5,1 g
K3M2	5,15 h
K3M3	5,65 i

Menurut Winarno (1992), menjelaskan bahwa secara kimia sulit dijelaskan mengapa senyawa-senyawa tertentu menyebabkan aroma yang berbeda, hal ini dikarenakan masing-masing senyawa tersebut memiliki struktur kimia dan gugus fungsional yang berbeda. Dari Tabel diatas terlihat penambahan jahe pada setiap perlakuan menunjukkan berpengaruh nyata terhadap kesukaan aroma sirup kopi rempah hal ini dikarenakan komponen utama dari jahe segar adalah senyawa homolog fenolik keton yang dikenal sebagai gingerol. Rimpang jahe umumnya mengandung minyak atsiri 0,25-3,3%. Minyak atsiri menimbulkan aroma khas. (Koswara, 2012).

Gingerol sangat tidak stabil dengan adanya panas dan pada suhu tinggi akan berubah menjadi shogaol. Shogaol lebih pedas dibandingkan gingerol, merupakan komponen utama jahe kering (Mishra, 2009). Pemanasan yang lama pada pembuatan sirup kopi rempah menyebabkan perubahan senyawa gingerol menjadi shogaol dan memaksimalkan ekstraksi senyawa yang ada pada jahe sehingga membuat aroma lebih mantap. Perlakuan K3M3 adalah perbandingan yang paling disukai oleh panelis, hal ini dikarenakan menurut Mulato (2012) komponen utama pada jahe zingiberen dan zingiberol pada saat diseduh dengan kopi keduanya akan memberikan sensasi campuran aroma khas jahe dan kopi. presentase kopi rempah dan jahe yang paling tinggi menyebabkan aroma kopi rempah paling menonjol diantara perlakuan lainnya.

3. Kesukaan citarasa

Dari pengujian citarasa kepada 20 orang panelis yang berbeda didapatkan data kesukaan seperti pada Tabel 10 dibawah ini. Kemudian total kesukaan dari masing-masing panelis dihitung reratanya, untuk mengetahui nilai kesukaan yang disukai panelis.

Tabel 10. Data primer analisis organoleptik kesukaan citarasa sirup kopi rempah.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Jml	rerata
K1M1	6	2	6	7	3	5	5	2	2	3	6	6	6	3	4	2	2	2	5	6	83	4,15
K1M2	6	4	6	6	5	6	6	1	6	4	6	5	5	5	5	6	4	4	5	4	99	4,95
K1M3	6	2	6	6	6	5	6	2	5	5	3	6	6	6	5	4	3	6	4	5	97	4,85
K2M1	7	6	6	6	6	5	5	2	2	3	6	6	6	6	5	6	6	6	6	6	107	5,35
K2M2	6	6	6	6	6	6	6	6	3	4	3	6	6	6	6	6	6	6	6	6	112	5,6
K2M3	6	5	6	6	6	6	4	1	5	3	3	5	5	5	6	6	6	6	6	5	101	5,05
K3M1	6	6	6	6	6	5	6	1	3	3	6	6	5	5	5	6	6	5	6	5	103	5,15

K3M2	6	6	7	6	6	6	5	1	5	5	3	2	6	6	4	6	6	6	6	5	103	5,15
K3M3	6	3	5	6	7	7	6	1	5	6	3	5	6	6	6	6	6	7	7	6	110	5,5
Jmlh	55	40	54	55	51	51	49	17	36	36	39	47	51	48	46	48	45	48	51	48	915	45,75

Data primer dari hasil rerata pengujian dilakukan uji keragaman untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kesuka citarasa dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Analisa keragaman organoleptik kesukaan citarasa sirup kopi rempah

Sumber keragaman	Db	JK	Kuadrat tengah	F hit	F tabel	
					5%	1%
Blok/panelis	19	173,55	86,775	1,027531 ^{tn}		
Perlakuan	8	4613,328	576,666	6,82849**	3,44	6,03
K	2	4548,14	2274,072	26,92803**	18,51	99,49
M	2	4486,9	2243,464	26,56559**	18,51	99,49
K x M	4	2040,719	5101,799	715,359**	19,25	99,25
Eror	2	168,9	84,45			
Total	37	4955,778				

Keterangan: ** = berbeda sangat nyata

* = berbeda nyata

tn = tidak ada beda nyata

Dari tabel 11 diatas dapat diketahui bahwa variasi persentase kopi rempah dan variasi persentase jahe pada pembuatan sirup kopi rempah sangat berpengaruh terhadap kesukaan panelis pada cita rasa sirup kopi rempah yang dihasilkan.

Tabel 12. Rerata organoleptik kesukaan cita rasa hasil jarak berganda Duncan pada jenjang nyata 5%.

Perlakuan	Rerata kesukaan aroma
KIMI	4,15 ahcfg
KIM2	4,95 a
KIM3	4,85 b
K2M1	5,35 c
K2M2	5,6 d
K2M3	5,05 e
K3M1	5,14 f
K3M2	5,15 g
K3M3	5,5 h

Dari Tabel 12 diatas diketahui bahwa perlakuan K1M1 tidak berbeda nyata terhadap kesukaan panelis hal ini dikarenakan presentase kopi rempah dan jahe presentasinya paling sedikit diantara perlakuan yang lain sehingga citarasa kopi rempah dan jahe yang ditimbulkan kurang terasa, tetapi K3M3 paling disukai oleh panelis karena pada saat penyeduhan senyawa volatil pada jahe dan kopi memberikan sensasi campuran khas jahe dan kopi, senyawa ini tersusun dari senyawa gingerol, zingeron, dan shogaol yang terlarut ke dalam seduhan dan memberikan andil rasa pedas pada sirup kopi rempah.

B. Analisis organoleptik puding kopi coklat

1. Kesukaan warna

Dari pengujian warna kepada 20 orang panelis yang berbeda didapatkan data kesukaan seperti pada Tabel 13 dibawah ini. Kemudian total kesukaan dari masing-masing panelis dihitung reratanya, untuk mengetahui nilai kesukaan yang disukai panelis.

Tabel 13. Data primer pengamatan organoleptik kesukaan warna puding kopi coklat

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	jml	rerata
K1	3	6	4	4	6	6	6	6	5	5	4	7	6	3	7	7	2	7	6	6	106	5,3
K2	6	6	3	4	6	5	4	4	7	4	4	7	2	4	6	6	4	6	4	7	99	4,95
K3	7	6	4	4	6	6	3	6	8	5	4	7	6	5	5	6	6	7	6	6	113	5,65
K4	3	6	5	4	6	6	7	6	5	5	4	6	7	2	5	1	2	7	6	5	98	4,9
K5	6	6	6	4	7	7	5	4	4	5	4	6	7	4	5	6	3	6	5	1	101	5,05
Jml	25	30	22	20	31	30	25	26	29	24	20	33	28	18	28	26	17	33	27	25	517	25,85

Data primer dari hasil rerata pengujian dilakukan uji keragaman untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kesukaan warna dapat dilihat pada Tabel 14

Tabel 14. Analisis keragaman organoleptik kesukaan warna

Sumber keragaman	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	7,66	1,915	0,0169 ^{tn}	-	-
Galat percobaan	95	11096,5	116,805			
Umum	99	11104,1				

Keterangan: ** = berbeda sangat nyata
 * = berbeda nyata
 tn = tidak ada beda nyata

Dari tabel diatas diketahui bahwa variasi penambahan coklat dan kopi pada pembuatan puding kopi coklat tidak berpengaruh terhadap kesukaan panelis terhadap warna puding kopi coklat yang dihasilkan sehingga tidak dilanjutkan untuk uji Duncan.

2. Kesukaan aroma

Data primer nilai kesukaan panelis terhadap aroma donat yang diperoleh dari hasil pengujian sampel puding kopi coklat kepada 20 orang panelis yang berbeda untuk mengetahui tingkat kesukaan aroma puding kopi coklat yang dihasilkan disajikan pada Tabel 15 dibawah ini. Dari data primer dibawah ini kemudian dilakukan perhitungan untuk mengetahui uji keragaman kesukaan aroma.

Tabel 15. Data primer analisis organoleptik kesukaan aroma puding kopi coklat.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	jml	rerata
K1	4	6	5	3	6	5	4	6	5	6	4	7	4	5	7	6	6	7	3	7	106	5,3
K2	4	6	4	3	6	5	3	4	6	5	6	6	7	4	5	5	4	6	5	5	99	4,95
K3	4	6	3	6	7	6	5	6	6	6	6	7	6	4	6	6	4	6	3	4	107	5,35
K4	4	7	6	3	6	7	7	6	5	6	4	6	7	5	5	6	6	7	4	7	114	5,7
K5	4	5	6	6	6	6	4	4	5	5	5	6	7	4	7	5	4	7	3	7	106	5,3
Jml	20	30	24	21	31	29	23	25	27	28	25	32	31	22	30	28	24	33	18	30	532	26,6

Data primer dari hasil rerata pengujian dilakukan uji keragaman untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kesukaan aroma puding kopi coklat dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Analisa keragaman organoleptik kesukaan aroma puding kopi coklat

Sumber keragaman	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	16,29	4,0725	2,76151*	2,48	3,56
Galat percobaan	95	140,1	1,47474			
Umum	99	156,39				

Keterangan ** = berbeda sangat nyata

* = berbeda nyata

tn = tidak ada beda nyata

Dari Tabel diatas dapat diketahui bahwa variasi penambahan kopi dan coklat berpengaruh terhadap kesukaan pada aroma puding kopi coklat yang dihasilkan.

Tabel 17. Rerata organoleptik kesukaan aroma hasil uji jarak berganda Duncan pada jenjang nyata 5%.

Peringkat	Perlakuan	rerata
1	K1	5,3a
2	K2	4,9ab
3	K3	5,3b
4	K4	5,7c
5	K5	5,2abcd

Dari Tabel diatas dapat diketahui bahwa perlakuan K1 perbandingan kopi dan cokelat (1:2) dan K4 perbandingan kopi dan cokelat (0:1) berpengaruh terhadap kesukaan aroma panelis, hal ini dikarenakan aroma cokelat lebih disukai oleh panelis. Aroma unik dan khas cokelat yang banyak digemari sebagian besar orang dikarenakan adanya reaksi millard pada saat penyangraian biji kakao pada proses pembuatan bubuk kakao, pembentukan komponen volatil seperti *pyrazin* yang merupakan salah satu komponen pembentuk flavor yang diinginkan (Anonimous, 2008). Saat ini sudah ditemukan sekitar 200 macam senyawa komponen aroma kakao, diantaranya terdapat 30 macam senyawa *pyrazine*, 10 *pyrole* dan 15 *furan* terdapatnya senyawa ini menunjukkan bahwa selamapenyangraian terjadi juga reaksi *browning* non enzimatis, yaitu reaksi *Maillard*. Reaksi *Maillard* dapat berlangsung apabila gula pereduksi bereaksi dengan senyawa-senyawa yang mempunyai gugus NH₂ (protein, asam amino, peptida, amonium) dan bahan dipanaskan atau didehidrasi (Winarno, 1997).

3. Kesukaan citarasa

Data primer nilai kesukaan panelis terhadap citarasa puding kopi cokelat yang diperoleh dari hasil pengujian sampel puding kopi cokelat kepada 20 orang panelis yang berbeda untuk mengetahui tingkat kesukaan citarasa puding kopi coklat yang dihasilkan disajikan pada Tabel 18 dibawah ini. Dari data primer dibawah ini kemudian dilakukan perhitungan untuk mengetahui uji keragaman kesukaan cita rasa puding kopi cokelat.

Tabel 18. Data primer analisis organoleptik kesukaan citarasa puding kopi cokelat.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	jml	rerata
K1	3	6	7	3	7	6	7	9	3	6	6	7	6	4	4	7	5	7	4	7	114	704
K2	5	7	3	3	6	7	5	6	7	6	7	6	5	5	5	7	2	7	3	7	109	643
K3	6	5	3	6	6	5	4	7	7	6	5	6	6	5	6	7	7	6	5	7	115	683
K4	7	7	6	5	7	6	6	5	6	6	7	6	7	3	7	6	3	7	5	6	118	724
K5	7	6	7	5	6	5	7	3	5	6	6	6	5	4	6	7	2	7	5	7	112	664
Jml	28	31	26	22	32	29	29	30	28	30	31	31	29	21	28	34	19	34	22	34	568	3418

Data primer dari hasil rerata pengujian dilakukan uji keragaman untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kesukaan citarasa dapat dilihat pada Tabel 19.

Tabel 19. Analisis keragaman organoleptik kesukaan citarasa puding kopi cokelat

Sumber keragaman	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	2,26	0,565	0,28325 _{tn}	2,48	3,56
Galat percobaan	95	189,5	1,99474			
Umum	99	191,76				

Keterangan ** = berbeda sangat nyata

* = berbeda nyata
tn = tidak ada beda nyata

Dari Tabel 19 diatas dapat diketahui bahwa variasi penambahan kopi dan coklat tidak berpengaruh terhadap citarasa puding kopi coklat yang dihasilkan. Oleh karena itu tidak diteruskan ke uji Duncan. Tidak adanya perbedaan yang nyata antara perlakuan yang satu dan lainnya terhadap kesukaan cita rasa panelis diduga rasa manis pada puding mengalahkan rasa kopi dan rasa coklat, sehingga citarasa asli dari kopi dan coklat kurang timbul.

4. Kesukaan tekstur

Data primer nilai kesukaan panelis terhadap tekstur puding kopi coklat yang diperoleh, dari hasil pengujian sampel puding kopi coklat kepada 20 orang panelis yang berbeda untuk mengetahui tingkat kesukaan tekstur puding kopi coklat yang dihasilkan disajikan pada Tabel 20 dibawah ini. Dari data primer dibawah ini kemudian dilakukan perhitungan untuk mengetahui uji keragaman kesukaan tekstur.

Tabel 20. Data primer analisis organoleptik kesukaan tekstur puding kopi coklat.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	jml	rerata
K1	6	6	5	2	6	7	4	4	6	5	6	7	6	4	6	6	6	7	2	2	103	5,15
K2	5	6	6	3	7	7	3	7	6	5	6	7	4	5	5	6	2	6	3	5	104	5,2
K3	3	6	6	4	6	6	3	5	5	6	6	7	4	5	5	5	6	7	4	3	102	5,1
K4	6	6	6	4	6	7	6	5	5	5	6	7	7	4	5	5	2	7	3	6	108	5,4
K5	4	6	6	4	7	7	5	6	5	5	6	7	7	5	6	6	5	7	4	4	112	5,6
Jml	24	30	29	17	32	34	21	27	27	26	30	35	28	23	27	28	21	34	16	20	529	26,45

Data primer dari hasil rerata pengujian dilakukan uji keragaman untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kesukaan tekstur dapat dilihat pada Tabel 21.

Tabel 21. Analisa keragaman organoleptik kesukaan tekstur puding kopi coklat

Sumber keragaman	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	3,44	0,86	0,45101 ^{tn}	2,48	3,56
Galat percobaan	95	181,15	1,90684			
Umum	99	184,59				

Keterangan ** = berbeda sangat nyata
 * = berbeda nyata
 tn = tidak ada beda nyata

Dari tabel 21 diatas dapat diketahui bahwa penambahan variasi kopi dan coklat pada puding kopi coklat tidak berpengaruh terhadap kesukaan panelis pada tekstur puding kopi

coklat. Hal ini dikarenakan tekstur kopi dan tekstur bubuk coklat disaring menggunakan kain saring terlebih dahulu dalam proses pembuatan puding, sehingga tekstur puding tidak berpengaruh nyata terhadap kesukaan panelis. Sehingga berapapun konsentrasi penambahan bubuk kopi dan bubuk coklat tidak mempengaruhi terhadap tekstur puding yang dihasilkan.

C. Analisa organoleptik Kesukaan cemilan biji kopi

1. Kesukaan warna

Data primer nilai kesukaan panelis terhadap warna puding kopi coklat yang diperoleh dari hasil pengujian sampel cemilan biji kopi kepada 16 orang panelis yang berbeda untuk mengetahui tingkat kesukaan warna cemilan biji kopi yang dihasilkan disajikan pada Tabel 22 dibawah ini. Dari data primer dibawah ini kemudian dilakukan perhitungan untuk mengetahui uji keragaman kesukaan warna.

Tabel 22. Data primer pengamatan organoleptik kesukaan warna cemilan biji kopi

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Jml	rerata
T1B1	7	5	7	6	6	6	6	6	2	2	2	4	4	6	6	7	82	41
T1B2	7	3	5	5	6	2	4	6	6	6	6	6	6	4	4	3	79	39,5
T1B3	7	5	5	6	7	5	3	6	5	5	5	5	5	5	5	3	82	41
T2B1	7	5	4	6	6	5	7	5	5	5	5	6	6	5	5	3	85	42,5
T2B2	5	3	5	5	6	5	6	6	2	2	2	6	6	3	4	5	71	35,5
T2B2	1	1	5	6	7	5	3	5	5	5	5	7	7	5	4	1	72	36
T3B1	6	2	5	4	7	2	6	5	5	7	5	4	4	4	4	6	76	38
T3B2	5	5	6	4	6	5	7	5	6	6	6	6	6	5	5	2	85	42,5
T3B3	5	4	6	6	6	2	7	5	2	2	2	5	5	5	5	5	72	36
Jml	50	33	48	48	57	37	49	49	38	40	38	49	49	42	42	35	704	352

Data primer hasil rerata pengujian dilakukan uji keragaman untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kesukaan warna dapat dilihat pada tabel 23.

Tabel 23. Analisa keragaman organoleptik kesukaan warna cemilan biji kopi

Sumber keragaman	Db	JK	Kuadrat tengah	F hit	F tabel	
					5%	1%
Blok/panelis	15	76	5,066667	0,067182 ^{tn}	8,69	25,83
Perlakuan	8	15,97222	1,006528	0,026473 ^{tn}	8,84	27,49
T	2	2,430	1,215278	0,016114 ^{tn}	9,55	30,82
B	2	207,180	103,5903	1,373573	9,55	30,82
T x B	4	226,25	56,5625	0,75 ^{tn}	9,12	28,71
Error	3	226,25	75,41667			

Total	34	318,222				
-------	----	---------	--	--	--	--

Keterangan ** = berbeda sangat nyata
 * = berbeda nyata
 tn = tidak ada beda nyata

Dari Tabel diatas dapat diketahui bahwa variasi lama perendaman biji kopi dalam larutan PE dan lama pengukusan biji kopi tidak berpengaruh terhadap kesukaan panelis terhadap warna pada cemilan biji kopi. Pada perlakuan T2B2 lama perendaman 60 menit dan lama pengukusan 60 menit adalah perlakuan yang paling disukai terhadap warna biji kopi.

2. Kesukaan aroma

Data primer nilai kesukaan panelis terhadap warna cemilan biji kopi yang diperoleh dari hasil pengujian sampel cemilan biji kopi kepada 16 orang panelis yang berbeda untuk mengetahui tingkat kesukaan aroma cemilan biji kopi yang dihasilkan disajikan pada Tabel 24 dibawah ini. Dari data primer dibawah ini kemudian dilakukan perhitungan untuk mengetahui uji keragaman kesukaan aroma.

Tabel 24. Data primer pengamatan organoleptik kesukaan aroma cemilan biji kopi

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Jml	rerata
T1B1	2	4	5	3	6	2	3	4	5	5	5	4	4	5	5	5	67	4,19
T1B2	7	4	4	3	4	2	5	5	2	5	2	4	4	4	4	4	63	3,9
T1B3	4	4	4	5	4	2	3	5	6	6	6	5	6	5	6	6	77	4,8
T2B1	6	5	5	5	6	2	6	6	5	5	5	5	6	5	6	6	84	5,2
T2B2	2	4	5	6	6	5	6	5	2	2	2	5	5	4	5	5	69	4,3
T2B2	3	4	5	6	4	2	2	5	2	2	2	6	7	5	5	5	65	4,0
T3B1	7	3	4	6	7	6	4	6	5	7	5	5	5	5	5	5	85	5,3
T3B2	4	4	5	5	4	2	6	5	5	5	5	4	4	5	5	5	73	4,6
T3B3	5	4	6	6	6	6	6	7	2	2	2	6	6	5	5	5	79	5
Jmlh	40	36	43	45	47	29	41	48	34	39	34	44	47	43	46	46	662	41,4

Data primer dari hasil rerata pengujian dilakukan uji keragaman untuk mengetahui pengaruh terhadap kesukaan aroma cemilan biji kopi dapat dilihat pada Tabel 25.

Tabel 25. Analisa keragaman organoleptik kesukaan aroma cemilan biji kopi

Sumber keragaman	Db	JK	Kuadrat tengah	F hit	F tabel	
					5%	1%
Blok/panelis	15	52,63889	3,509259	0,297628 ^{tn}	8,69	25,83
Perlakuan	8	33,13889	4,142361	0,187372 ^{tn}	8,84	27,49

T	2	9,597222	4,798611	0,054264 ^{tn}	9,55	30,82
B	2	10,01389	5,006944	0,05662 ^{tn}	9,55	30,82
T x B	4	0,135278	0,033819	0,000765 ^{tn}	9,12	28,71
Eror	3	176,8611	58,9537			
Total	34	262,6389				

Keterangan ** = berbeda sangat nyata

* = berbeda nyata

tn = tidak ada beda nyata

Dari Tabel 25 diatas dapat diketahui bahwa lama perendaman biji kopi dalam larutan PE dan perebusan biji kopi tidak berpengaruh terhadap kesukaan panelis terhadap aroma cemilan biji kopi. Pada perlakuan T3B1 perendaman 90 menit dan lama pengukusan 30 menit adalah perlakuan yang paling disukai terhadap aroma biji kopi. Hal ini diduga semakin lama pengukusan maka senyawa volatile lebih banyak yang menguap sehingga berpengaruh terhadap aroma biji kopi.

3. Kesukaan citarasa cemilan biji kopi

Data primer nilai kesukaan panelis terhadap citarasa cemilan biji kopi yang diperoleh dari hasil pengujian sampel cemilan biji kopi kepada 16 orang panelis yang berbeda untuk mengetahui tingkat kesukaan citarasa cemilan biji kopi yang dihasilkan disajikan pada Tabel 26 dibawah ini. Dari data primer dibawah ini kemudian dilakukan perhitungan untuk mengetahui uji keragaman kesukaan citarasa.

Tabel 26. Data primer pengamatan organoleptik kesukaan citarasa cemilan biji kopi

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	jml	rerata
T1B1	7	4	5	3	6	6	6	3	2	2	2	6	4	4	4	5	69	4,3
T1B2	2	5	5	5	6	2	4	4	6	6	6	4	6	4	4	3	72	4,5
T1B3	3	3	5	5	7	5	2	5	5	5	5	6	6	4	4	5	75	4,7
T2B1	2	3	5	5	6	5	5	3	2	2	2	3	6	4	4	3	60	3,8
T2B2	3	4	4	3	6	5	6	3	5	5	5	5	6	4	4	6	74	4,6
T2B2	4	2	5	5	7	2	4	4	3	3	3	6	7	4	4	1	64	4
T3B1	3	3	5	5	6	6	5	5	3	6	3	2	2	4	4	5	67	4,2
T3B2	6	4	5	5	6	2	6	4	3	3	3	5	6	4	4	5	71	4,4
T3B3	7	5	5	5	6	5	6	4	3	3	3	4	6	4	4	6	76	4,7
Jml	37	33	44	41	56	38	44	35	32	35	32	41	49	36	36	39	628	39,2

Data primer dari hasil rerata pengujian dilakukan uji keragaman untuk mengetahui pengaruh terhadap kesukaan aroma cemilan biji kopi dapat dilihat pada Tabe 27.

Tabel 27. Analisa keragaman organoleptik kesukaan citarasa cemilan biji kopi

Sumber keragaman	Db	JK	Kuadrat tengah	F hit	F tabel	
					5%	1%
Blok/panelis	15	70,5556	4,703704	0,37441 ^{tn}	8,69	25,83
Perlakuan	8	14,2222	1,77778	0,075472 ^{tn}	8,84	27,49
T	2	4,05556	2,02778	0,02154 ^{tn}	9,55	30,82
B	2	5,59222	2,79861	0,029702 ^{tn}	9,55	30,82
T x B	4	4,56944	1,14236	0,02425 ^{tn}	9,12	28,71
Error	3	188,444	62,81481			
Total	34	273,222				

Keterangan ** = berbeda sangat nyata
 * = berbeda nyata
 tn = tidak ada beda nyata

4. Kesukaan tekstur

Data primer nilai kesukaan panelis terhadap tekstur cemilan biji kopi yang diperoleh dari hasil pengujian sampel cemilan biji kopi terhadap 16 orang panelis yang berbeda untuk mengetahui tingkat kesukaan tekstur cemilan biji kopi yang dihasilkan disajikan pada Tabel 27 dibawah ini. Dari data primer dibawah ini kemudian dilakukan perhitungan untuk mengetahui uji keragaman kesukaan tekstur.

Tabel 27. Data primer pengamatan organoleptik kesukaan tekstur cemilan biji kopi

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	jml	rerata
T1B1	7	5	6	5	6	5	5	6	5	5	5	5	5	3	4	6	83	5,18
T1B2	6	4	6	5	6	2	4	5	5	5	5	5	6	3	3	2	72	4,5
T1B3	6	5	6	5	6	5	3	6	3	3	2	5	5	3	4	5	72	4,5
T2B1	5	4	6	5	6	6	4	5	5	5	3	6	6	3	4	6	79	4,9
T2B2	7	3	6	5	6	2	6	5	5	5	5	4	6	4	4	6	79	4,9
T2B3	3	5	5	5	2	2	5	5	5	5	6	6	7	4	3	2	70	4,4
T3B1	5	3	6	5	6	5	3	5	5	5	2	3	4	4	4	3	68	4,2
T3B2	7	5	6	5	6	3	6	5	5	2	2	5	6	4	4	1	72	4,5
T3B3	7	5	7	5	6	5	6	4	4	5	5	4	4	4	4	6	81	5,0
Jml	53	39	54	45	50	35	42	46	42	40	35	43	49	32	34	37	676	42

Data primer dari hasil rerata pengujian dilakukan uji keragaman untuk mengetahui pengaruh terhadap kesukaan aroma cemilan biji kopi dapat dilihat pada Tabel 28.

Tabel 28. Analisa keragaman organoleptik kesukaan tekstur cemilan biji kopi

Sumber keragaman	Db	JK	Kuadrat tengah	F hit	F tabel	
					5%	1%
Blok/panelis	15	78,1111	5,207407	0,528174 ^{tn}	8,69	25,83

Perlakuan	8	14,5556	1,819444	0,098422 ^{tn}	8,84	27,49
T	2	0,59722	0,298611	0,004038 ^{tn}	9,55	30,82
B	2	0,68056	0,340278	0,004602 ^{tn}	9,55	30,82
T x B	4	13,2778	3,319444	0,089782 ^{tn}	9,12	28,71
Eror	3	147,889	49,2963			
Total	34	240,444				

Keterangan : ** = berbeda sangat nyata, * = berbeda nyata, tn = tidak berbeda nyata

Dari Tabel 28 diatas dapat diketahui bahwa lama perendaman biji kopi dalam larutan PE dan perebusan biji kopi tidak berpengaruh terhadap kesukaan panelis terhadap aroma cemilan biji kopi. Pada perlakuan T3B3 perendaman 90 menit dan lama pengukusan 90 menit adalah perlakuan yang paling disukai terhadap tekstur biji kopi. Hal ini diduga semakin lama pengukusan dan lama perendaman maka akan berpengaruh terhadap biji kopi sehingga terjadi imbisasi pada biji kopi yang menyebabkan jaringan sel pada biji kopi mengembangkan yang menyebabkan tekstur kopi tidak keras.

KESIMPULAN

Dari hasil analisis data dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Indonesia merupakan Negara produsen kopi ketiga dunia. Konsumsi kopi masih tergolong sangat rendah, yaitu 800 gram per orang per tahun. Oleh karena itu perlu dikembangkan inovasi produk olahan kopi baru dengan citarasa yang lain, diharapkan dapat meningkatkan jumlah konsumsi kopi.
2. Perlakuan K3 (70% kopi : 30% rempah) dan M3 (20% jahe) paling disukai oleh panelis karena pada saat penyeduhan senyawa volatil pada jahe dan kopi memberikan sensasi campuran khas jahe dan kopi, senyawa ini tersusun dari senyawa gingerol, zingeron, dan shogaol yang terlarut kedalam seduhan dan memberikan andil rasa pedas pada sirup kopi rempah dibandingkan perlakuan K1 (50% kopi:50% rempah) dan M1 (10% jahe)
3. K1 perbandingan kopi dan coklat (1:2) dan K4 perbandingan kopi dan coklat (0:1) berpengaruh terhadap kesukaan aroma panelis
4. Pada perlakuan T3B1 perendaman 90 menit dan lama pengukusan 30 menit adalah perlakuan yang paling disukai terhadap aroma biji kopi. Hal ini diduga semakin lama pengukusan maka senyawa volatile lebih banyak yang menguap sehingga berpengaruh terhadap aroma biji kopi.

DAFTAR PUSTAKA

- AAK. 1981. Cengkeh. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Gomez, K.A. and A. A. Gomez, 1984. Statistical Procedures for Agricultural Research. 2nd edition. John Wiley and Sons, New-York.
- Koswara, S. Astrid., D. & Sumarto., 2012. Panduan proses produksi minuman jahe merah instan. Penelitian dan pengabdian kepada masyarakat Institut Pertanian. Bogor.

-
- Laitupa, F. dan S. Hismi, 2010. Pemanfaatan Eugenol dari Minyak Cengkeh untuk mengatasi Ranciditas pada Minyak Kelapa. Fakultas Teknik Kimia. Universitas Diponogoro. eprints.undip.ac.id_diakses Tanggal 14 April 2014. Yogyakarta.
- Mishra, P. 2009. Isolation, spectroscopic characterization and molecular modeling studies of mixture of Curcuma longa, ginger and seeds of fenugreek. International Journal of PharmTech Research. 1: 79-95,
- Mulato, S. dan E. Suharyanto, 2012. Kopi Seduhan dan Kesehatan. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Jember.
- Ruswanto, Yogi, 2014. Kopi Mampu Menurunkan Asam Urat. Media perkebunan. Edisi 131 oktober 2014. Hal. 72-73.
- Santoso HB. 1989. Jahe. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Santoso HB. 1988. Kapulaga. Penerbit Kanisius, yogyakarta.
- Sarpian T. 2003. Pedoman Berkebun Lada dan Analisis Usaha Tani. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Siregar, T., S., Riyadi, L., Nuraeni., 2005. Pembudidayaan Pengolahan dan pemasaran Cokelat. Penebar Swadaya. Jakarta
- Sudarmadji, S., B. Haryono dan Suhardi, 1984. Prosedur Analisis untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty. Yogyakarta.

**POTENSI KACANG GUDE (*Cajanus cajan*) SEBAGAI MINUMAN
FUNGSIONAL : KARAKTERISTIK KIMIA, SENSORIS DAN KAPASITAS
ANTIOKSIDAN *IN VITRO***

*The Potential of Pigeon Pea (*Cajanus cajan*) as Functional Beverage:
Chemical Characteristics, Sensory and In Vitro Antioxidant Capacity*

Setyaningrum Ariviani^{a*}, Sri Handajani^a, Dian R. A^a, Listyaningsih, S^b

^aProdi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir Sutami No 36 A Kentingan, Surakarta, Indonesia

^bFakultas Kedokteran, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir Sutami No 36 A Kentingan, Surakarta, Indonesia

*email: setya_ariviani@yahoo.com

ABSTRACT

The functional food demand continues to increase due to increased public awareness on health, the increasing cost of healthcare, and the steady increase in life expectancy. This research aimed to determine the potential of pigeon pea as a functional beverage in term of chemical characteristics, sensory and *in vitro* antioxidant capacity. The chemical characteristics which were examined include moisture and total mineral content (*Gravimetric*), protein (*Kjeldahl*), fat (*Soxhlet*), carbohydrate (*by difference*), the soluble and insoluble dietary fibers as well as total dietary fiber (AOAC 991.43). Sensory characteristics, including the color, taste, flavor, mouthfeel, and overall qualities were evaluated using *multiple comparison tests*. Antioxidant capacity was determined by measuring the total phenolic content (*Folin ciocalteu method*) and radical scavenging activity (*DPPH method*). The potential of pigeon pea as the functional beverage was examined by comparing it with soybean beverages (both which made by the same method with pigeon pea beverage and commercial soybean beverage). The results showed that in terms of chemical characteristics, pigeon pea beverage has lower fat content and a higher level of soluble dietary fiber than that of soybean beverage. Based on the sensory characteristics, pigeon pea beverage has similar mouthfeel and flavor qualities but a significantly lower level of taste, color, and overall qualities compared to the commercial soybean beverage. Pigeon pea beverage showed higher radical scavenging capacity than that of soybean beverages or commercial soybean beverage, despite the lower total phenolic content. It could be concluded that pigeon pea beverage was potential to be developed as functional beverages which are low-fat, rich in soluble dietary fiber and antioxidants.

Keywords: pigeon pea, functional beverage, sensory and chemical characteristic, antioxidant capacity

ABSTRAK

Kebutuhan pangan fungsional semakin meningkat dengan peningkatan kesadaran masyarakat tentang kesehatan, semakin mahalnya biaya perawatan dan pemeliharaan kesehatan, serta meningkatnya angka harapan hidup. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan potensi kacang gude (*Cajanus cajan*) sebagai minuman fungsional ditinjau dari karakteristik kimiawi, sensoris, dan kapasitas antioksidan *in vitro*. Karakteristik kimiawi yang diuji meliputi kadar air dan mineral total (*Gravimetri*), protein (*Kjeldahl*), lemak (*Soxhlet*), karbohidrat (*by different*), kadar serat pangan larut, tak larut dan serat pangan total (AOAC 991.43). Karakteristik sensoris meliputi warna, rasa, aroma, mouthfeel, dan overall ditentukan dengan metode uji perbandingan jamak. Kapasitas antioksidan ditentukan dengan mengukur kadar fenolik total (metode Follin ciocalteu) dan aktivitas penangkapan radikal (metode DPPH). Potensi minuman kacang gude sebagai

minuman fungsional ditentukan dengan menggunakan minuman kedelai (yang dibuat dengan metode yang sama dan minuman kedelai komersial) sebagai pembanding. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari segi karakteristik kimiawi, minuman kacang gude memiliki kadar lemak yang lebih rendah dan kadar serat larut yang lebih tinggi dibanding minuman kedelai. Ditinjau dari karakteristik sensoris, minuman kacang gude memiliki aroma dan mouthfeel yang tidak berbeda nyata dengan minuman kedelai komersial, meski dari segi kualitas warna, rasa, dan overall lebih buruk. Minuman kacang gude memiliki kapasitas penangkapan radikal yang lebih tinggi dari minuman kedelai maupun minuman kedelai komersial, meski kandungan fenolik totalnya lebih rendah. Sehingga dapat disimpulkan bahwa minuman kacang gude berpotensi untuk dikembangkan sebagai minuman fungsional yang rendah lemak, kaya serat pangan larut dan antioksidan.

Kata kunci: kacang gude, minuman fungsional, karakteristik sensoris dan kimia, kapasitas antioksidan

PENDAHULUAN

Menurut peraturan kepala BPOM RI Nomor HK. 00.05.52.0685 tentang ketentuan pokok pengawasan pangan fungsional, pangan fungsional didefinisikan sebagai pangan olahan yang mengandung satu atau lebih komponen fungsional yang berdasarkan kajian ilmiah mempunyai fungsi fisiologis tertentu, terbukti tidak membahayakan dan bermanfaat bagi kesehatan. Komponen pangan fungsional dikelompokkan dalam beberapa golongan, yaitu vitamin, mineral, gula alkohol, asam lemak tak jenuh, peptide dan protein tertentu, asam amino, **serat pangan**, probiotik, prebiotik, kolin dan lesitin serta inositol, karnitin dan skualen, fitosterol dan fitistanol, isoflavon (kedelai), polifenol (teh) dan kelompok fungsional lain yang akan ditetapkan kemudian (BPOM RI, 2005).

Penjualan global industri pangan fungsional mencapai US\$ 61milyar, dengan segmen pasar tertinggi Amerika Serikat, diikuti Eropa dan Jepang (Benkouider, 2004). Pasar pangan fungsional berkembang pesat dan terus meningkat dari tahun ke tahun, dengan tingkat pertumbuhan mencapai 8-16% per tahun (Szakály *et al.*, 2012). Peningkatan kebutuhan pangan fungsional dikarenakan semakin tingginya biaya perawatan kesehatan, meningkatnya angka harapan hidup dan keinginan orang lanjut usia (manula) untuk memperbaiki kualitas hidupnya (Siró *et al.*, 2008).

Minuman kedelai adalah salah satu jenis minuman fungsional yang berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir. Minuman fungsional kedelai ini memiliki beberapa klaim kesehatan seperti meningkatkan status antioksidan, dan antidiabetes.

Produksi kedelai dalam negeri cenderung mengalami penurunan, yaitu: 907.031 ton (2010), 851.286 ton (2011), 843.153 ton (2012), 779.992 ton (2013) dan 954.957 ton (2014) (Badan Pusat Statistik Republik Indonesia, 2015). Permintaan kedelai dalam negeri mencapai 2.652 ribu ton (2010) dan terus meningkat hingga 2.951 ribu ton pada tahun 2012 (Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, 2013). Menurut Aldillah (2014), kebutuhan kedelai nasional rata-rata mencapai 2.3 juta ton per tahun. Kebutuhan ini dipenuhi dengan impor yang mencapai sekitar 70% dari total kebutuhan. Keamanan kedelai impor yang sebagian besar hasil rekayasa genetika (*genetically modified*, GM) masih diperdebatkan (Snell *et al.*, 2012). Pangan dari tanaman GM menimbulkan tiga jenis risiko bagi kesehatan manusia yaitu berpotensi mengandung alergen, racun, dan senyawa antigizi yang dapat menghambat penyerapan nutrisi (United States General Accounting Office, 2002). Transfer

gen baru yang dilakukan untuk menghasilkan produk pangan GM (genetically modified organism, GMO) dapat mengubah komposisi kimianya. Konsumsi produk tersebut akan memicu tubuh manusia untuk merespon secara berbeda, sehingga menyebabkan alergi atau keracunan jangka panjang. Selain itu, beberapa tanaman GM memiliki gen resisten antibiotik yang dapat diserap oleh bakteri yang ada di dalam tubuh, sehingga meningkatkan resistensi bakteri terhadap antibiotik (Ahmad *et al.*, 2012).

Kacang gude (*Cajanus cajan*) merupakan komoditas lokal yang memiliki komposisi gizi yang lengkap. Jika dibandingkan dengan kedelai, legum ini memiliki kadar serat, kadar mineral total dan kadar vitamin C yang lebih tinggi, serta kadar lemak yang lebih rendah (Torres *et al.*, 2007; Bhat dan Karim, 2009). Kelebihan tanaman kacang gude dibandingkan jenis kacang-kacangan lain adalah mempunyai toleransi tinggi terhadap kekeringan dan kondisi lingkungan yang buruk, mudah sekali tumbuh dan sangat produktif, menghasilkan biomassa yang tinggi, berkontribusi terhadap kelembaban dan nutrisi tanah, dan memiliki kombinasi gizi yang optimal dan unik (Odeny, 2007; Sharma *et al.*, 2011). Kacang gude memperlihatkan potensi sebagai sumber antioksidan, yaitu memiliki kadar vitamin C dan fenolik total serta aktivitas penangkapan radikal bebas yang lebih tinggi dibanding kacang tunggak (Obloh, 2006). Kaushik *et al.* (2010), melaporkan bahwa diet kacang gude mampu memberikan efek hipoglikemik pada manusia maupun tikus diabetes. Kacang gude mampu memperbaiki profil lipid hamster hipokolesterolemia yaitu mampu meningkatkan kolesterol HDL, menurunkan kolesterol total, kolesterol LDL dan trigliserida plasma (Dai *et al.*, 2013).

Konsumsi kacang-kacangan memberikan manfaat kesehatan seperti penurunan resiko penyakit diabetes, obesitas dan jantung koroner (Kushi *et al.*, 1999; Bazzano *et al.*, 2001; Venn dan Mann, 2004). Peranan tersebut terkait dengan komponen serat pangan (Messina, 1999; Trinidad *et al.*, 2010) maupun senyawa fenolik (Oomah *et al.*, 2006). Menurut Sahidi (2007), dalam pangan nabati, senyawa fenolik dan polifenol merupakan senyawa utama yang memberikan manfaat kesehatan. Manfaat kesehatan dari senyawa fenolik dan polifenol ini terkait dengan potensi antioksidannya.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan potensi kacang gude (*Cajanus cajan*) sebagai minuman fungsional, ditinjau dari karakteristik kimia meliputi proksimat dan serat pangan, kualitas sensoris dan kapasitas antioksidan *in vitro* yang meliputi kadar fenolik total dan aktivitas penangkapan radikal bebas. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran tentang potensi kacang gude sebagai pengganti kedelai untuk produksi minuman fungsional. Oleh karena itu, dalam penelitian ini digunakan pembanding minuman kedelai komersial maupun minuman kedelai yang dibuat dengan formula dan teknik yang sama dengan minuman kacang gude.

BAHAN DAN METODE

Bahan penelitian

Bahan penelitian meliputi bahan untuk pembuatan minuman meliputi kacang guce dari Wonogiri, kedelai var Galunggung, jahe, kayu manis, dan cengkeh dari pasar lokal, serta maltodekstrin "food grade" DE 20 dari Bratachem. Reagensia kimia: DPPH, thermamyl (heat

stable α Amylase), protease (pepsin dan pankreatin), Amyloglucosidase dari Sigma-Aldrich Co. (St. Louis, MO, USA), Na_2CO_3 , Reagen folin ciocalteau, fenol murni dan metanol dari Merck Millipore Co. (Darmstadt, Germany). Semua reagensia yang digunakan merupakan reagensia pro analisis.

Metode penelitian

Pembuatan minuman

Minuman yang dibuat merupakan minuman bubuk. Minuman bubuk kacang gude maupun kedelai dibuat mengacu pada Paten No. P00201304596.

Karakterisasi kimiawi minuman

Karakterisasi kimiawi minuman bubuk dilakukan dengan pengukuran kadar proksimat (AOAC, 1990) dan serat pangan (AOAC, 1995). Kadar protein total ditentukan dengan metode Kjeldahl, lemak dengan metode ekstraksi soxhlet, mineral total dan air ditentukan secara gravimetri, karbohidrat (*by different*). Analisis serat pangan meliputi analisis serat pangan total, serat pangan larut, dan serat pangan tak larut menggunakan metode enzimatik.

Analisis kualitas sensoris menggunakan uji perbedaan metode *multiple comparison test* (Meilgaard *et al.*, 1999)

Analisis kualitas sensoris yang diuji meliputi kualitas warna, aroma, rasa, tekstur dan overall minuman bubuk. Uji sensoris ini dilakukan dengan menggunakan 30 panelis semi terlatih. Panelis diminta untuk menunjukkan perbedaan antara sampel dengan contoh baku R, apakah lebih baik, sama dengan atau lebih buruk, dan menentukan besarnya tingkat perbedaan yang ada. Skor 1: amat sangat lebih baik dari R, 3: lebih baik dari R, 5: sama dengan R, 7: lebih buruk dari R dan 9: amat sangat lebih buruk dari R. R adalah minuman kedelai bubuk komersial.

Analisis kapasitas antioksidan *in vitro*

Analisis kapasitas antioksidan meliputi kadar fenolik total dan aktivitas penangkapan radikal (*radical scavenging activity, RSA*). Kadar fenolik total ditentukan dengan metode Folin-Ciocalteu (Singleton *et al.*, 1999). RSA ditentukan menggunakan metode DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) (Obot, 2006), dan dinyatakan sebagai VEAC (*vitamin C equivalent antioxidant capacity*) (ekuivalen mmol vit C/ kg db).

Analisis Data

Data dianalisis menggunakan ANOVA pada taraf signifikansi 5% ($p < 0.05$) dengan program IBM SPSS Statistics 22 untuk melihat pengaruh perlakuan, dan dilanjutkan dengan uji DMRT pada tingkat signifikansi yang sama untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Data disajikan dalam bentuk rerata dari tiga ulangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik kimiawi minuman

Karakteristik kimiawi (proksimat) minuman kacang gude, minuman kedelai yang dibuat dengan formula dan teknik yang sama dengan minuman kacang gude (selanjutnya disebut minuman kedelai), dan minuman kedelai komersial (selanjutnya disebut minuman komersial) disajikan pada Tabel 1. Data pada Tabel 1 memperlihatkan bahwa minuman gude memperlihatkan kadar lemak yang jauh lebih rendah dibanding minuman kedelai maupun minuman komersial. Rendahnya kadar lemak minuman kacang gude mengindikasikan potensinya sebagai minuman rendah lemak. Beberapa penelitian melaporkan bahwa konsumsi lemak berlebihan mengakibatkan peningkatan berat badan, resistensi insulin, regulasi glukosa menurun, peradangan otak, dan penurunan kemampuan kognitif (Greenwood dan Winocur, 2005; Mielke *et al.*, 2006; Pistell *et al.*, 2010).

Tabel 1. Komposisi gizi (proksimat) minuman kacang gude, kedelai, dan minuman kedelai komersial

Minuman	Air (% wb)	Mineral total (% db)	Lemak (%db)	Protein (% db)	Karbohidrat (% db)
Kacang Gude	7.82 ± 0.01^c	2.40 ± 0.01^a	2.31 ± 0.01^a	25.18 ± 1.20^a	70.11 ± 1.20^c
Kedelai	5.63 ± 0.01^b	3.83 ± 0.00^b	21.52 ± 0.01^b	35.78 ± 0.31^c	38.95 ± 0.31^b
Komersial (kedelai)	4.93 ± 0.01^a	3.91 ± 0.00^b	21.51 ± 0.01^b	40.89 ± 0.84^d	33.68 ± 0.84^a

Ket: angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($p > 0.05$).

Minuman kacang gude memperlihatkan kadar karbohidrat yang signifikan lebih tinggi dibanding minuman yang lain, berturut-turut untuk minuman kacang gude, kedelai dan minuman komersial adalah 70.11 ± 1.20 , 38.95 ± 0.31 dan 33.68 ± 0.84 . Acevedo *et al.* (2013), melaporkan bahwa tepung kacang gude memiliki kadar karbohidrat $56 \pm 2\%$ db dan kadar pati $50.0 \pm 0.1\%$ db. Hal tersebut mengindikasikan bahwa karbohidrat kacang gude terutama tersusun oleh pati, yaitu mencapai sekitar 89%. Pati kacang gude sangat resisten terhadap digesti (ketercernaannya rendah), memiliki nilai indeks glikemik 46-49 dan kadar pati resisten mencapai 61-65% terhadap kadar total pati. Pati resisten memperlihatkan berbagai manfaat kesehatan, seperti meningkatkan respon insulin dan glukosa, meningkatkan kesehatan usus, memperbaiki profil lipid darah, prebiotik, meningkatkan rasa kenyang (*satiety*), meningkatkan absorpsi mikronutrien, termogenesis, interaksi sinergis dengan komponen pangan yang lain (Nugent, 2005).

Kadar mineral total maupun kadar protein minuman kacang gude lebih rendah dibanding minuman kedelai maupun minuman komersial. Menurut Anuonye *et al.* (2012), kacang gude merupakan kacang-kacangan dengan kandungan mineral dan asam amino yang lengkap. Komposisi mineral kacang gude diurutkan dari proporsi yang terbesar adalah Mg, K, Na, Ca, Cu, Zn, Fe. Profil asam amino kacang gude diurutkan dari proporsi terbesar adalah aspartat, glutamate, lisin, leusin, fenilalanin, arginin, valin, alanin, histidin, serin, isoleusin, prolin, threonin, glisin, tirosin, metionin dan sistein.

Definisi serat pangan menurut CAC (*CODEX Alimentarius Commission*) adalah polimer karbohidrat dengan 10 atau lebih unit monomer, yang tidak dapat dihidrolisis oleh enzim endogenus dalam usus halus manusia, meliputi polimer karbohidrat yang secara alamiah ada di dalam makanan yang dikonsumsi, polimer karbohidrat yang diperoleh dari bahan pangan melalui perlakuan fisik, kimia ataupun enzimatis yang terbukti memperlihatkan efek fisiologis yang bermanfaat bagi kesehatan, polimer karbohidrat sintetik yang terbukti memperlihatkan efek fisiologis yang bermanfaat bagi kesehatan, termasuk oligosakarida resisten, pati resisten dan maltodekstrin resisten (Jones, 2014). Serat pangan umumnya mempunyai sifat menurunkan waktu transit di usus dan meningkatkan massa feses, dapat difermentasi oleh mikroflora kolon, menurunkan kadar kolesterol total dan/atau kolesterol LDL, menurunkan kadar glukosa dan atau level insulin post-prandial (Phillips, 2013). Kadar serat pangan minuman kacang gude, minuman kedelai dan minuman komersial, yang meliputi serat pangan total, serat pangan larut dan serat pangan tak larut disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kadar serat pangan minuman kacang gude, kedelai, dan minuman kedelai komersial

Minuman	Serat pangan tak larut (%db)	Serat pangan larut (%db)	Serat pangan total (%db)
Kacang Gude	14.58 ± 0.38 ^a	8.45 ± 0.07 ^b	23.03 ± 0.36 ^a
Kedelai	19.55 ± 0.43 ^c	7.57 ± 0.10 ^a	27.12 ± 0.33 ^c
Komersial (kedelai)	16.64 ± 0.62 ^b	9.57 ± 0.15 ^c	26.24 ± 0.52 ^b

Ket: angka yang diikuti huruf yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($p > 0.05$).

Tabel 2 menunjukkan bahwa kadar serat pangan total maupun serat pangan tak larut dari minuman kacang gude signifikan lebih rendah dibanding minuman kedelai maupun minuman komersial. Konsumsi serat pangan memberikan beberapa manfaat kesehatan, seperti menurunkan resiko penyakit jantung koroner, stroke, tekanan darah tinggi, obesitas, dan gangguan sistem pencernaan (Anderson *et al.*, 2009). Serat pangan mampu menurunkan resiko penyakit diabetes tipe 2, penyakit kardiovaskuler, dan kanker kolon dengan menurunkan ketercernaan dan absorpsi makronutrien serta waktu kontak dengan karsinogen dalam lumen usus. Serat pangan juga berpotensi menurunkan resiko preeklamsia, meningkatkan mood positif, kognitif dan kewaspadaan serta mempengaruhi mikroflora usus (Kaczmarczyk *et al.*, 2012). Serat pangan tak larut sangat penting peranannya dalam pencegahan disfungsi alat pencernaan seperti konstipasi (susah buang air besar), ambeien, kanker usus besar, dan infeksi usus buntu (Prosky dan De Vries, 1992).

Minuman kacang gude memperlihatkan kadar serat pangan larut yang signifikan lebih tinggi dibanding minuman kedelai, meskipun lebih kecil dibanding minuman komersial. Jenkins *et al.* (2002) melaporkan bahwa konsumsi serat pangan larut pada dosis yang dianjurkan oleh USFDA (*US Food and Drug Administration*) untuk klaim manfaat kesehatan, mampu memperbaiki profil lipid pada manusia yang menderita hiperlipidemia dengan menurunkan kadar trigliserida (TG), total kolesterol (TC), dan rasio TC:HDL maupun LDL:HDL. Serat pangan larut mampu menurunkan kadar kolesterol plasma dan memperlambat transit makanan di usus halus serta penyerapan zat-zat gizi (Topping, 1991).

Peningkatan asupan serat larut mampu memperbaiki kadar gula darah dan sensitivitas insulin pada manusia diabetes maupun non diabetes (Anderson *et al.*, 2009).

Kualitas sensoris minuman

Karakteristik sensoris minuman bubuk kacang gude dan kedelai yang dibuat dengan teknik dan formula yang sama dibandingkan dengan minuman bubuk kedelai komersial. Hal ini dilakukan untuk mengetahui potensi pengembangan kacang gude sebagai minuman fungsional sekaligus mengkaji teknik produksi dan formulasi minuman fungsional. Oleh karena itu pada penelitian ini selain sampel minuman bubuk kacang gude, juga digunakan minuman bubuk kedelai yang dibuat dengan teknik dan formula yang sama. Kualitas sensoris minuman kacang gude, minuman kedelai dan minuman komersial disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kualitas sensoris minuman kacang gude, kedelai, dan minuman kedelai komersial

Minuman	Skor kualitas (*)				
	Warna	Rasa	Aroma	Mouthfeel	Overall
Kacang Gude	8.33 ± 0.72 ^c	7.47 ± 1.60 ^c	4.95 ± 2.54 ^b	5.60 ± 1.80 ^b	7.00 ± 1.69 ^c
Kedelai	3.73 ± 0.80 ^a	3.67 ± 0.62 ^a	3.20 ± 0.86 ^a	3.80 ± 0.56 ^a	3.53 ± 0.74 ^a
Komersial (kedelai)	4.95 ± 0.51 ^b	4.95 ± 0.51 ^b	4.85 ± 0.49 ^b	4.95 ± 0.51 ^b	4.85 ± 0.49 ^b

Ket: angka yang diikuti huruf yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($p > 0.05$). Skor kulaitas 3 = lebih baik dari R, 5 = sama dengan R, 7 = lebih buruk dari R. R= minuman komersial.

Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa minuman kacang gude memiliki kualitas warna, rasa, dan overall yang lebih buruk dibanding minuman komersial. Namun dari segi aroma dan mouthfeel, kacang gude memiliki kualitas yang sama dengan minuman komersial. Warna minuman kacang gude agak kehitaman. Hal ini berkaitan dengan karakteristik bahan. Kacang gude yang digunakan dalam pembuatan minuman bubuk ini adalah kacang gude yang kulitnya berwarna hitam.

Dalam proses pembuatan minuman bubuk dilakukan penambahan rempah. Penambahan rempah ini diharapkan dapat menutupi *beany flavor*. Namun pada minuman bubuk kacang gude, rasa yang dihasilkan lebih buruk dibanding minuman bubuk komersial. Hal ini dipengaruhi oleh flavor khas kacang gude yang kurang bisa diterima oleh sebagian besar panelis. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa penambahan rempah belum mampu menutup rasa khas gude tersebut.

Minuman kedelai yang dibuat dengan teknik dan formula yang sama dengan pembuatan minuman kacang gude memiliki kualitas warna, rasa, aroma, mouthfeel, dan overall yang lebih baik dari minuman bubuk komersial. Hal ini mengindikasikan bahwa teknik produksi dan formula yang digunakan dalam pembuatan minuman pada penelitian ini mampu menghasilkan minuman fungsional yang berkualitas ditinjau dari segi sensorisnya.

Kapasitas Antioksidan Minuman

Pengujian kapasitas antioksidan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi pengujian kadar fenolik total dan aktivitas penangkapan radikal bebas (Tabel 4). Salah satu mekanisme yang menyebabkan senyawa fenolik mampu memberikan efek perlindungan terhadap beberapa penyakit adalah kemampuan senyawa fenolik dalam menangkap radikal bebas sehingga melindungi biomolekul seperti lipid, protein dan DNA dari kerusakan akibat stress oksidatif (Nderitu *et al.*, 2013).

Tabel 4. Kapasitas antioksidan minuman kacang gude, kedelai, dan minuman kedelai komersial

Minuman	Fenolik total (mg /100g db)	RSA (ekuivalen mmol vit C/ kg db)
Kacang Gude	43.48 ± 0.47 ^a	13.72 ± 0.05 ^c
Kedelai	87.94 ± 1.62 ^b	12.09 ± 0.04 ^b
Komersial (kedelai)	93.68 ± 0.05 ^c	10.48 ± 0.02 ^a

Ket: angka yang diikuti huruf yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($p > 0.05$)

Data pada Tabel 4 menunjukkan bahwa meskipun minuman kacang gude memiliki kadar fenolik total yang secara signifikan lebih rendah dibanding minuman kedelai maupun minuman komersial, namun memperlihatkan aktivitas penangkapan radikal bebas yang secara signifikan lebih tinggi. Marsono *et al.* (2005), menunjukkan bahwa kadar fenolik total kacang gude lebih rendah dibanding kedelai, yaitu 54.03 mgGAE/100 g(db) untuk kedelai dan 28.64 mgGAE/100 g(db) untuk kacang gude. Tingginya kapasitas penangkapan radikal bebas minuman kacang gude dimungkinkan karena kandungan asam askorbat (Sangronis dan Machado, 2007; Moriyama dan Oba, 2008) dan tokoferol (Fernandez-Orozco *et al.*, 2007; Torres *et al.*, 2007) yang lebih tinggi dibanding kedelai.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa kacang gude memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai minuman fungsional yang rendah lemak, kaya serat larut dan memiliki kapasitas antioksidan. Kadar lemak, kadar serat larut dan kapasitas penangkapan radikal bebas minuman kacang gude berturut-turut $2.31 \pm 0.01\%$ db, $8.45 \pm 0.07\%$ db, dan 13.72 ± 0.05 ekuivalen mmol vit C/ kg db.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini terselenggara atas dukungan penyediaan dana hibah penelitian strategis nasional oleh DIKTI tahun 2010 dengan nomer kontrak 530/SP2H/PP/DP2M/VII/2010.

DAFTAR PUSTAKA

- Acevedo, B. A., Avanza, M. V, Cháves, M. G., dan Ronda, F. (2013). Gelation, thermal and pasting properties of pigeon pea (*Cajanus cajan* L.), dolichos bean (*Dolichos lablab* L.) and jack bean (*Canavalia ensiformis*) flours. *Journal of Food Engineering*, 119(1), 65–71. doi:10.1016/j.jfoodeng.2013.05.014

- Ahmad, P., Ashraf, M., Younis, M., Hu, X., Kumar, A., Akram, N. A., dan Al-Qurainy, F. (2012). Role of transgenic plants in agriculture and biopharming. *Biotechnology Advances*, 30(3), 524–40. doi:10.1016/j.biotechadv.2011.09.006
- AOAC. (1990). Official method of analysis of the association of official analytical chemist 15th Edition. Association Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- AOAC. (1995). Official method of analysis of the association of official analytical chemist 16th Edition. Association of Official Analytical Chemist, Gaithersburg, Maryland, USA.
- Anderson, J. W., Baird, P., Davis, R. H., Ferreri, S., Knudtson, M., Koraym, A., ... Williams, C. L. (2009). Health benefits of dietary fiber. *Nutrition Reviews*, 67(4), 188–205. doi:10.1111/j.1753-4887.2009.00189.x
- Anuonye, J. C., Jigam, A. A., dan Ndaceko, G. M. (2012). Effects of Extrusion-Cooking on the Nutrient and Anti-Nutrient Composition of Pigeon Pea and Unripe Plantain Blends. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 02(05), 158–162. doi:10.7324/JAPS.2012.2533
- Aldillah, R. (2014). Analisis Produksi dan Konsumsi Kedelai Nasional. (Thesis). Program Studi Agribisnis, Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Badan Pusat Statistik Republik Indonesia. 2015. Produksi Kedelai. <http://www.bps.go.id/site/resultTab>. [10 September 2015].
- Bazzano, L. A., He, J., Ogden, L. G., Loria, C., Vupputuri, S., Myers, L., dan Whelton, P. K. (2001). Legume Consumption and Risk of Coronary Heart Disease in US Men and Women. *Archives of Internal Medicine*, 161(26), 2573–2578.
- Benkouider, C. (2004). Functional foods: a global overview. *International Food Ingredients* 5: 66–68.
- Bhat, R., dan Karim, A. A. (2009). Exploring the Nutritional Potential of Wild and Underutilized Legumes. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 8, 305–331.
- BPOM RI. (2005). Peraturan kepala BPOM RI No. HK 00.05.52.0685 tentang ketentuan pokok pengawasan pangan fungsional. <http://www.pom.go.id/public/hukum/perundangan/pdf> [10 April 2010]
- Dai, F.-J., Hsu, W.-H., Huang, J.-J., dan Wu, S.-C. (2013). Effect of pigeon pea (*Cajanus cajan* L.) on high-fat diet-induced hypercholesterolemia in hamsters. *Food and Chemical Toxicology : An International Journal Published for the British Industrial Biological Research Association*, 53, 384–91. doi:10.1016/j.fct.2012.12.029
- Greenwood, C. E., dan Winocur, G. (2005). High-fat diets, insulin resistance and declining cognitive function. *Neurobiology of Aging*, 26 Suppl 1, 42–5. doi:10.1016/j.neurobiolaging.2005.08.017
- Jenkins, D. J. A., Kendall, C. W. C., Vuksan, V., Vidgen, E., Parker, T., Faulkner, D., ... Corey, P. N. (2002). Soluble fiber intake at a dose approved by the US Food and Drug Administration for a claim of health benefits : serum lipid risk factors for cardiovascular disease assessed in a randomized controlled crossover trial 1 – 3. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 75, 834–839.

- Jones, J. M. (2014). CODEX-aligned dietary fiber definitions help to bridge the “fiber gap”. *Nutrition Journal*, 13(1), 34. doi:10.1186/1475-2891-13-34
- Kaczmarczyk, M. M., Miller, M. J., dan Freund, G. G. (2012). The health benefits of dietary fiber: beyond the usual suspects of type 2 diabetes mellitus, cardiovascular disease and colon cancer. *Metabolism: Clinical and Experimental*, 61(8), 1058–1066. doi:10.1016/j.metabol.2012.01.017
- Kaushik, G., Satya, S., Khandelwal, R. K., dan Naik, S. N. (2010). Commonly consumed Indian plant food materials in the management of diabetes mellitus. *Diabetes dan Metabolic Syndrome: Clinical Research dan Reviews*, 4(1), 21–40. doi:10.1016/j.dsx.2008.02.006
- Kushi, L. H., Meyer, K. A., dan Jacobs Jr, D. R. (1999). Cereals , legumes , and chronic disease risk reduction : evidence from epidemiologic studies 1 – 3. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 70, 451S–458S.
- Marsono, Y., Safitri, R. dan Zuheid Noor. (2005). Antioksidan dalam Kacang – Kacangan : Aktivitas dan Potensi serta Kemampuannya Menginduksi Pertahanan Antioksidan pada Model Hewan Percobaan. Laporan Hasil Hibah Bersaing XII/2. Lembaga Penelitian Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Meilgaard, M. , Civille, G. V., dan Carr, B. T. 1999. Sensory Evaluation Techniques. Third edition. CRC Press, Boca Raton.
- Messina, M. J. (1999). Legumes and soybeans: overview of their nutritional profiles and health effects. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 70, 439S–450S.
- Mielke, J. G., Nicolitch, K., Avellaneda, V., Earlam, K., Ahuja, T., Mealing, G., dan Messier, C. (2006). Longitudinal study of the effects of a high-fat diet on glucose regulation, hippocampal function, and cerebral insulin sensitivity in C57BL/6 mice. *Behavioural Brain Research*, 175(2), 374–82. doi:10.1016/j.bbr.2006.09.010
- Nderitu, A. M., Dykes, L., Awika, J. M., Minnaar, A., dan Duodu, K. G. (2013). Phenolic composition and inhibitory effect against oxidative DNA damage of cooked cowpeas as affected by simulated *in vitro* gastrointestinal digestion. *Food Chemistry*, 141(3), 1763–1771. doi:10.1016/j.foodchem.2013.05.001
- Nugent, a. P. (2005). Health properties of resistant starch. *Nutrition Bulletin*, 30(1), 27–54. doi:10.1111/j.1467-3010.2005.00481.x
- Oboh, G. (2006). Antioxidant properties of some commonly consumed and underutilized tropical legumes. *European Food Research and Technology*, 224(1), 61–65. doi:10.1007/s00217-006-0289-x
- Odeny, D. A. (2007). The potential of pigeonpea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) in Africa. *Natural Resources Forum*, 31(4), 297–305. doi:10.1111/j.1477-8947.2007.00157.x
- Oomah, B. D., Tiger, N., Olson, M., dan Balasubramanian, P. (2006). Phenolics and antioxidative activities in narrow-leaved lupins (*Lupinus angustifolius* L.). *Plant Foods for Human Nutrition (Dordrecht, Netherlands)*, 61(2), 91–7. doi:10.1007/s11130-006-0021-9

- Orozco, R. F., Frias, J., Muñoz, R., Zielinski, H., Piskula, M. K., Kozłowska, H., Vidal-Valverde, C. (2007). Fermentation as a bio-process to obtain functional soybean flours. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 55: 8972–8979.
- Phillips, G. O. (2013). Dietary fibre: A chemical category or a health ingredient? *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 1(1), 3–9. doi:10.1016/j.bcdf.2012.12.001
- Pistell, P. J., Morrison, C. D., Gupta, S., Knight, A. G., Keller, J. N., Ingram, D. K., dan Bruce-Keller, A. J. (2010). Cognitive impairment following high fat diet consumption is associated with brain inflammation. *Journal of Neuroimmunology*, 219(1-2), 25–32. doi:10.1016/j.jneuroim.2009.11.010
- Prosky, L., dan De Vries, J. W. (1992). Controlling Dietary Fiber in Food Product. Van Nostrand Reinhold, New York, USA.
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. 2013. Kedelai. Buletin Konsumsi Pangan 4(3): 8 - 16.
- Sahidi F. (2007). Nutraceuticals and functional foods in health promotion and disease risk reduction. Based on keynote presentation at IUFOST Conference held in conjunction with Fi Asia/ China, Shanghai, March 2007. http://www.worldfoodscience.org/pdf/Shahidi_Nutraceuticals_and_Functional_Foods_WFS.pdf. [22 Maret 2010]
- Sharma, S., Agarwal, N., dan Verma, P. (2011). Pigeon pea (*Cajanus cajan* L.): A Hidden Treasure of Regime Nutrition. *Journal of Functional And Environmental Botany*, 1(2), 91. doi:10.5958/j.2231-1742.1.2.010
- Siró, I., Kápolna, E., Kápolna, B., dan Lugasi, A. (2008). Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance--a review. *Appetite*, 51(3), 456–67. doi:10.1016/j.appet.2008.05.060
- Snell, C., Bernheim, A., Bergé, J.-B., Kuntz, M., Pascal, G., Paris, A., dan Ricroch, A. E. (2012). Assessment of the health impact of GM plant diets in long-term and multigenerational animal feeding trials: a literature review. *Food and Chemical Toxicology: An International Journal Published for the British Industrial Biological Research Association*, 50(3-4), 1134–48. doi:10.1016/j.fct.2011.11.048
- Szakály, Z., Szente, V., Kövér, G., Polereczki, Z., dan Szigeti, O. (2012). The influence of lifestyle on health behavior and preference for functional foods. *Appetite*, 58(1), 406–13. doi:10.1016/j.appet.2011.11.003
- Torres, A., Frias, J., Granito, M., dan Vidal-Valverde, C. (2007). Germinated *Cajanus cajan* seeds as ingredients in pasta products: Chemical, biological and sensory evaluation. *Food Chemistry*, 101(1), 202–211. doi:10.1016/j.foodchem.2006.01.018
- Trinidad, T. P., Mallillin, A. C., Loyola, A. S., Sagum, R. S., dan Encabo, R. R. (2010). The potential health benefits of legumes as a good source of dietary fibre. *The British Journal of Nutrition*, 103(4), 569–574. doi:10.1017/S0007114509992157
- United States General Accounting Office. (2002). *GENETICALLY MODIFIED FOODS Experts View Regimen of Safety Tests as Adequate , but FDA ' s Evaluation Process Could Be Enhanced*. Report to Congressional Requesters (pp. 1–47).

Venn, B. J., dan Mann, J. I. (2004). Cereal grains, legumes and diabetes. *European Journal of Clinical Nutrition*, 58(11), 1443–61. doi:10.1038/sj.ejcn.1601995

KARAKTERISTIK BIOYOGURT JAGUNG BERSUPLEMENTASI EKSTRAK UBI JALAR

Bioyoghurt Characteristics are made of Two Kinds of Corn and Sweet Potato Extract

Nur Aini, Vincentius Prihananto, Gunawan Wijonarko, Muhammad Syaifudin, Arimah
Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman
Jalan Dr. Soeparno, Purwokerto, Indonesia

nuraini_munawar@yahoo.com

ABSTRACT

Yoghurt corn supplementation green beans are low-fat fermented beverage. Red sweet potato as a prebiotic is expected to increase the activity of lactic acid bacteria. Use of yoghurt culture depends on the raw materials used. The purpose of this study are: 1) To study the best combination between culture and the concentration of red sweet potato extract in the manufacture of corn- green beans bioyoghurt. 2) Comparing the best results with yogurt commercial that has been circulating in the market. Research using completely randomized design (CRD) with research factor is the concentration of culture (2, 3, 4, and 5 per cent) and red sweet potato extract (5, 10, 15, 20 and 25 percent). The results showed that the best combination for the manufacture of corn- green beans bioyoghurt are at a concentration of 4 percent cultures culture and 15 percent sweet potato extract. The products have a pH of 3.88, a viscosity of 261.5 cP, lactic acid content of 0.87 percent, 0.05 percent fat content, total dissolved solids 19.10 °Brix and 3.23 percent total protein), rather typical yoghurt aroma, texture rather soft, slightly sour taste, and somewhat favored by consumers. This Bioyoghurt already meets the ISO standard yoghurt, unless the protein content was lower at 3.23 (SNI according to at least 3.5)

Keywords: bioyoghurt, culture, sweet potato

ABSTRAK

Yoghurt jagung suplementasi kacang hijau merupakan minuman fermentasi rendah lemak. Ubi jalar sebagai prebiotik diharapkan meningkatkan aktivitas bakteri asam laktat sehingga memperbaiki sifat yoghurt yang dihasilkan. Penggunaan kultur pada pembuatan yoghurt tergantung bahan baku yang digunakan. ini Tujuan penelitian ini adalah: 1) Mempelajari kombinasi terbaik antara konsentrasi kultur dan ekstrak ubi jalar merah dalam pembuatan bioyoghurt jagung-kacang hijau. 2) Membandingkan yoghurt terbaik hasil penelitian dengan yoghurt komersial yang telah beredar di pasaran. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan faktor penelitian adalah konsentrasi kultur (2, 3, 4, dan 5 persen) dan ekstrak ubi jalar merah (5, 10, 15, 20 dan 25 persen). Hasil penelitian menunjukkan bahwa Kombinasi paling baik untuk pembuatan bioyoghurt jagung-kacang hijau adalah pada konsentrasi kultur 4 persen kultur dan 15 persen ekstrak ubi jalar. Produk memiliki pH 3,88, viskositas sebesar 261,5 cP, kadar asam laktat 0,87 persen, kadar lemak 0,05 persen, total padatan terlarut 19,10 °Brix, dan protein total 3,23 persen), aroma yoghurt agak khas, tekstur agak lembut, rasa agak asam, dan agak disukai oleh konsumen. Bioyoghurt ini sudah memenuhi standar SNI yoghurt, kecuali kadar protein yang masih lebih rendah yaitu 3,23 (menurut SNI minimal 3,5).

Kata kunci: bioyoghurt, kultur, ubi jalar

PENDAHULUAN

Yoghurt merupakan pangan fungsional hasil fermentasi susu oleh bakteri asam laktat seperti *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* dan *Lactobacillus casei*. Susu yang sering digunakan adalah susu sapi, akan tetapi seiring perkembangan teknologi pangan, susu nabati mulai diperkenalkan sebagai bahan alternatif pembuatan yoghurt. Alternatif susu nabati sebagai bahan yoghurt adalah jagung karena memiliki kandungan gizi cukup lengkap berupa karbohidrat, protein, vitamin dan mineral sebagai senyawa yang dibutuhkan dalam pertumbuhan bakteri asam laktat (Irvine dan Hekmat, 2011). Substitusi kacang hijau dapat meningkatkan nilai gizi dan fungsional yoghurt jagung terutama dalam meningkatkan kualitas dan kuantitas protein.

Aktivitas bakteri asam laktat sebagai agen fermentasi dapat meningkat ketika ditambah dengan prebiotik (Gustaw dkk., 2011, Irvine dan Hekmat, 2011). Prebiotik umumnya berupa karbohidrat yang tidak dapat dicerna oleh enzim-enzim pencernaan dan tidak dapat diserap oleh tubuh, biasanya berupa oligosakarida atau serat pangan yang banyak terdapat pada ubi jalar merah. Oligosakarida yang terdapat pada ubi jalar merupakan karbohidrat yang bermanfaat bagi pertumbuhan bakteri probiotik seperti bakteri asam laktat (Haydersah *et al*, 2012). Menurut Gustaw *et al*. (2011), penambahan oligosakarida meningkatkan jumlah bakteri asam laktat dibanding yang tidak ditambah prebiotik.

Penggunaan kultur pada pembuatan yoghurt tergantung bahan baku (Saccaro *et al*., 2009). Biasanya kultur yang digunakan 2 sampai 5 persen yang menghasilkan kadar asam laktat 0,92 sampai 1,17 persen. Penggunaan kultur berlebih akan memproduksi asam laktat berlebihan sehingga rasa yoghurt yang dihasilkan sangat asam, akan tetapi penggunaan kultur terlalu sedikit maka dapat menyebabkan rasa dan aroma kurang lezat serta tidak terjadi penggumpalan.

Tujuan penelitian ini adalah: 1) Mempelajari kombinasi terbaik antara konsentrasi kultur dan ekstrak ubi jalar merah dalam pembuatan bioyoghurt jagung-kacang hijau. 2) Membandingkan yoghurt terbaik hasil penelitian dengan yoghurt komersial yang telah beredar di pasaran.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi Pertanian Universitas Jenderal Soedirman. Bahan utama yang digunakan dalam penelitian adalah jagung manis, kacang hijau, ubi jalar merah, susu skim, gula pasir, kultur yoghurt, dan bahan-bahan untuk analisis. Alat utama yang digunakan adalah blender, inkubator, serta alat-alat analisis.

Pembuatan yoghurt menurut Lee and Lucey (2006) yang dimodifikasi, yaitu pada bahan yang digunakan. Pertama dilakukan pembuatan sari jagung yang dilakukan dengan cara mengekstrak jagung menggunakan air (perbandingan 1:3). Sari jagung kemudian ditambah sari kacang hijau sebanyak 30 persen, ekstrak ubi jalar (10, 15, 20, 25 dan 30 persen), gula pasir (15% b/v) dan susu bubuk skim (10 % b/v). Campuran bahan tersebut dipasteurisasi pada suhu 70°C selama 15 menit, kemudian didinginkan sampai suhunya 40-43°C. Selanjutnya, bahan ditambah kultur berupa kultur campuran *Streptococcus*

thermophilus dan *Lactobacillus bulgaricus* yang telah diremajakan. Susu yang telah diinokulasi dengan kultur kemudian diinkubasi selama 8 jam pada 37 °C.

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan faktor penelitian adalah konsentrasi kultur (2, 3, 4, dan 5 persen) dan ekstrak ubi jalar merah (5, 10, 15, 20 dan 25 persen). Perlakuan disusun secara faktorial sehingga diperoleh 20 kombinasi perlakuan dan diulangi sebanyak 2 kali sehingga diperoleh 40 unit percobaan. Variabel yang diamati dalam penelitian ini meliputi pH (menggunakan pH meter), viskositas (menggunakan viscometer Brookfield), total padatan terlarut (menggunakan refraktometer), total asam laktat, kadar lemak (metode Soxhlet), kadar protein total (metode mikro Kjeldahl). Analisa sensoris dilakukan menggunakan uji mutu hedonic untuk parameter aroma, tekstur dan rasa asam pada skala 1 sampai 5.

Data dianalisis dengan menggunakan uji F dengan $\alpha=5\%$ dan apabila ada pengaruh yang nyata dilanjutkan dengan uji DMRT $\alpha=5\%$. Perlakuan terbaik ditentukan dengan indeks efektivitas, kemudian dilakukan uji T untuk membandingkan perlakuan terbaik dengan yoghurt komersial.

HASIL DAN PEMBAHASAN

pH dan total asam

Analisis ragam menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata antar perlakuan konsentrasi kultur serta ekstrak ubi jalar terhadap nilai pH, sedangkan interaksi antara penambahan konsentrasi kultur dan ekstrak ubi jalar tidak memberikan perbedaan nyata. pH bioyoghurt jagung berkisar pada nilai 3,77-3,93. Penurunan pH merupakan salah satu akibat proses fermentasi yang terjadi karena adanya akumulasi asam laktat sebagai produk utama dari aktivitas bakteri. Semakin banyak jumlah kultur yang ditambahkan, pH semakin kecil (Tabel 1) dan total asam semakin meningkat (Tabel 2).

Tabel 1. pH Bio Yoghurt jagung-kacang hijau yang dipengaruhi konsentrasi kultur dan ekstrak ubi jalar

Kultur (persen)	Penambahan ekstrak ubi jalar (persen)					Rata-rata
	10	15	20	25	30	
2	3,91	3.93	3.91	3.93	3.93	3,92 ^d ± 0,01
3	3.9	3.90	3.87	3.92	3.87	3,89 ^c ± 0,02
4	3.90	3.88	3.87	3.87	3.83	3.87 ^b ± 0,02
5	3.87	3.80	3.82	3.87	3.77	3.82 ^a ± 0,04
Rata-rata	3,89 ^c ± 0,02	3,88 ^b ± 0,06	3,86 ^b ± 0,04	3,9 ^c ± 0,04	3.85 ^a ± 0,07	

Keterangan: Superskrip a-b yang berbeda pada rata-rata menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($P<0,01$).

Nilai pH yoghurt dari hasil penelitian 3,77- 3,93, hampir sama dengan pH yogurt pada umumnya yaitu 4 (FDA, 2009). pH bioyoghurt ini juga mendekati pH yoghurt dari susu sapi yaitu 3,7 sampai 4,33 (Olugbuyiro dan Oseh, 2011). pH yoghurt ini juga sudah sesuai

dengan standar FDA yaitu 4,6 atau lebih rendah (FDA, 2009). Menurut Gustaw *et al.* (2011) penurunan pH dalam pembuatan yoghurt merupakan aktivitas yang dilakukan oleh *Streptococcus thermophilus*, sedangkan *Lactobacillus bulgaricus* mengubah laktosa menjadi asam laktat. Berubahnya laktosa menjadi asam laktat ini juga menurunkan pH dan meningkatkan total asam, sehingga semakin banyak kultur yang ditambahkan maka pH semakin menurun dan total asam meningkat. Hasil ini juga sesuai dengan Anjum dan Zahoor (2007) bahwa jumlah kultur yang ditambahkan berpengaruh nyata terhadap pH yoghurt dan total asam.

Tabel 2. Total asam bioyoghurt jagung-kacang hijau yang dipengaruhi konsentrasi kultur dan ekstrak ubi jalar

Kultur (persen)	Penambahan ekstrak ubi jalar (persen)					Rata-rata
	10	15	20	25	30	
2	0,77	0,82	0,78	0,69	0,73	0,76 ^a ± 0,05
3	0,78	0,84	0,79	0,79	0,81	0,8 ^{ab} ± 0,02
4	0,79	0,87	0,83	0,84	0,84	0,83 ^{bc} ± 0,03
5	0,81	0,88	0,87	0,88	0,86	0,86 ^c ± 0,03
	0,79 ^a ± 0,02	0,85 ^b ± 0,03	0,82 ^{ab} ± 0,04	0,80 ^{ab} ± 0,08	0,81 ^{ab} ± 0,06	

Keterangan: Superskrip a-b yang berbeda pada rata-rata menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$).

Menurut Anjum dan Zahoor (2007), pH yoghurt berkaitan dengan jumlah asam. Peningkatan nilai pH yogurt disebabkan terjadi penurunan jumlah ion H⁺ yang dipicu oleh penurunan total asam. Total asam bioyoghurt jagung-kacang hijau berada pada kisaran 0,69 sampai 0,88 (Tabel 2). Terbentuknya asam pada produk fermentasi diikuti dengan meningkatnya konsentrasi ion hidrogen sehingga nilai pH menurun, atau sebaliknya. Asam laktat merupakan komponen asam terbesar yang dihasilkan dari proses fermentasi yoghurt. Menurut Irvine dan Hekmat (2011), asam pada yoghurt terdiri 59 persen asam laktat, 28 persen asam sitrat dan 5,3 persen asam asetat, 2,4 persen asam formiat, 2,3 persen asam suksinat dan sejumlah asam yang lain.

Semakin banyak ekstrak ubi jalar yang ditambahkan, pH cenderung menurun dan total asam cenderung meningkat. Penambahan ubi jalar sebesar 30 persen menghasilkan bioyoghurt dengan pH terendah (3,85) dan total asam 0,81 persen. Ubi jalar mengandung oligosakarida sebesar 2,65 persen yang terdiri dari rafinosa, stakhiosa dan verbaskosa. Oligosakarida merupakan salah satu bahan yang difermentasi oleh *Lactobacillus bulgaricus*, sehingga semakin banyak ubi jalar, kadar asam laktat semakin meningkat dan pH semakin kecil. Sifat asam pada yoghurt ini memberikan lingkungan yang optimal untuk mendukung kelangsungan hidup probiotik.

Laktosa pada skim sebagai bahan tambahan pada pembuatan bioyoghurt juga menyumbang peranan pada pembentukan asam laktat. Oligosakarida dan laktosa dapat diubah menjadi asam laktat dengan cara menghidrolisisnya menjadi molekul karbohidrat

sederhana (glukosa). Glukosa memasuki daur glikolisis dan diubah menjadi piruvat. Kondisi anaerobik menyebabkan asam piruvat tidak memasuki daur Krebs dan dialihkan pemakaiannya, yaitu diubah menjadi asam laktat oleh laktat dehidrogenase dengan NADH sebagai sumber energinya (Mahdian dan Tehrani, 2007).

Total padatan terlarut

Jumlah kultur dan ubi jalar berpengaruh nyata terhadap total padatan terlarut, sedangkan interaksinya tidak berpengaruh nyata. Nilai total padatan terlarut bioyoghurt jagung berkisar pada nilai 19,0 sampai 21,79⁰Brix seperti terlihat pada Tabel 3. Total padatan terlarut bioyoghurt jagung-kacang hijau ini hampir sama dengan yoghurt dari susu sapi menurut Olugbuyiro dan Oseh (2011) yaitu 12,9 sampai 21,8.

Tabel 3. Total padatan terlarut bioyoghurt jagung-kacang hijau yang dipengaruhi konsentrasi kultur dan ekstrak ubi jalar

Kultur (persen)	Penambahan ekstrak ubi jalar (persen)					Rata-rata
	10	15	20	25	30	
2	19,6	19,6	20,1	20,15	21,79	20,25 ^b ± 0,9
3	19,65	19,7	19,7	19,75	21,0	19,96 ^{ab} ± 0,58
4	19,65	19,1	19,6	19,95	20,2	19,82 ^{ab} ± 0,25
5	19,0	19,1	20,15	19,95	19,5	19,54 ^a ± 0,51
	19,48 ^a ± 0,32	19,38 ^a ± 0,29	19,89 ^a ± 0,28	19,95 ^a ± 0,16	20,62 ^b ± 0,99	

Keterangan: Superskrip a-b yang berbeda pada rata-rata menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$).

Semakin banyak ubi jalar yang ditambahkan, total padatan terlarut semakin besar. Penambahan 30 persen ekstrak ubi jalar menghasilkan bioyoghurt dengan total padatan terlarut tertinggi, yaitu 20,62 persen (Tabel 3). Ubi jalar memiliki total padatan terlarut sebesar 37,76 persen, sedangkan padatan terlarut pada jagung manis lebih rendah, yaitu 27,3 persen.

Viskositas

Jumlah kultur dan ubi jalar berpengaruh nyata terhadap viskositas bioyoghurt, sedangkan interaksinya tidak berpengaruh nyata. Viskositas bioyoghurt jagung-kacang hijau berkisar pada 94,7-407,2 cP (Tabel 4).

Tabel 4 Viskositas bioyoghurt jagung-kacang hijau yang dipengaruhi konsentrasi kultur dan ekstrak ubi jalar

Kultur (persen)	Penambahan ekstrak ubi jalar (persen)					
	10	15	20	25	30	
2	94,7	187,7	225,5	223,5	284,3	203,1 ^a ± 69,8
3	174,0	260,5	186,9	288,9	307,5	243,6 ^b ± 60,2

4	181,4	261,5	211,5	291,5	394,5	268 ^c ± 82,6
5	265,0	295,0	276,5	300,2	407,2	308,8 ^d ± 56,8
	178,8 ^a ± 69	251,2 ^c ± 45,2	225,1 ^b ± 37,8	276 ^d ± 35,4	348,3 ^e ± 61,5	

Keterangan: Superskrip a-b yang berbeda pada rata-rata menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$).

Semakin banyak kultur yang ditambahkan, viskositas bioyoghurt semakin meningkat. Penambahan 5 persen kultur menghasilkan bioyoghurt jagung-kacang hijau dengan viskositas 308,8cP, sementara pada penambahan kultur 2 persen viskositasnya 203,1 cP. Hal ini sesuai dengan Mahdian dan Tehrani (2007) bahwa semakin tinggi konsentrasi kultur, viskositas yoghurt semakin meningkat.

Semakin banyak ekstrak ubi jalar, viskositas bioyoghurt juga semakin meningkat. Hal ini didukung oleh Mahdian dan Tehrani (2007) bahwa perbedaan tingkat kekentalan yoghurt disebabkan oleh total padatan yang terdapat pada masing-masing produk dan juga perbedaan asam dan nilai pH, karena keduanya berperan dalam penggumpalkan kasein dan protein. Semakin banyak ekstrak ubi jalar, pH bioyoghurt semakin rendah. pH yang rendah akan mengkoagulasi protein susu membentuk gumpalan (*curd*), sehingga yoghurt akan mengental (viskositas lebih tinggi daripada susu). Besarnya viskositas dapat dipakai sebagai indeks jumlah zat padat yang terdapat dalam cairan, semakin banyak jumlah zat padat maka viskositas yang terdapat dalam cairan semakin besar. Menurut Olugbuyiro dan Oseh (2011), pembuatan yoghurt dengan penambahan 2.0-3.5 % padatan tanpa lemak akan meningkatkan keteguhan, viskositas, dan bentuk yogurt yang dihasilkan. Apabila dibandingkan dengan hasil total padatan terlarut, hal ini sudah sesuai yaitu semakin banyak ekstrak ubi jalar, total padatan terlarut dan viskositas semakin tinggi.

Kadar lemak

Jumlah kultur dan ubi jalar berpengaruh nyata terhadap kadar lemak bioyoghurt, sedangkan interaksinya tidak berpengaruh nyata. Semakin banyak kultur yang ditambahkan, kadar lemak cenderung semakin menurun. Semakin banyak kultur, maka *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus* akan semakin banyak menghasilkan enzim lipase sehingga lemak terhidrolisis juga semakin banyak (Maragkoudakis et al., 2006). Penambahan 2 persen kultur menghasilkan kadar lemak terendah yaitu 0,27 persen (Tabel 5).

Tabel 5. Kadar lemak bioyoghurt jagung-kacang hijau yang dipengaruhi konsentrasi kultur dan ekstrak ubi jalar

kultur (persen)	ekstrak ubi jalar (persen)					Rata-rata
	10	15	20	25	30	
2	0,32	0,11	0,31	0,74	0,56	0,41 ^{ab}
3	0,89	0,46	0,13	0,34	0,45	0,45 ^b
4	0,76	0,25	0,07	0,26	0,41	0,35 ^{ab}
5	0,6	0,05	0,29	0,1	0,33	0,27 ^a

Rata-rata	0,64 ^c	0,22 ^a	0,2 ^a	0,36 ^{ab}	0,44 ^b
-----------	-------------------	-------------------	------------------	--------------------	-------------------

Keterangan: Superskrip a-b yang berbeda pada rata-rata menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$).

Kadar lemak bioyoghurt ini lebih rendah daripada kadar lemak yoghurt susu sapi yang berada pada kisaran 1,51 sampai 4 persen (Mahdian dan Tehrani, 2007; Olugbuyiro dan Oseh, 2011). Rendahnya kadar lemak disebabkan bahan-bahan yang digunakan yaitu jagung manis dan ubi jalar memiliki kadar lemak rendah, masing-masing 1 dan 0,17 persen. Bahan lain yang ditambahkan, yaitu kacang hijau juga hanya memiliki kadar lemak 1,15 persen, sedangkan susu skim hampir tidak ada lemaknya. Selama fermentasi, bakteri asam laktat akan menghasilkan enzim lipase sehingga lemak terhidrolisis dan menyebabkan kadar lemak pada produk fermentasi lebih rendah dari bahan bakunya. Selain itu, lemak juga digunakan sebagai bakteri asam laktat untuk sumber energi dan pembentukan flavor.

Kadar lemak bioyoghurt jagung-kacang hijau berada pada kisaran 0,05 sampai 0,89 persen (Tabel 5). Menurut USDA (2001), bioyoghurt ini dapat dikelompokkan ke dalam *non fat yoghurt* (kadar lemak di bawah 0,5 persen) atau *low fat yoghurt* (kadar lemak 0,5 sampai 2 persen).

Kadar protein

Jumlah kultur dan ubi jalar berpengaruh nyata terhadap kadar protein bioyoghurt, sedangkan interaksinya tidak berpengaruh nyata. Semakin banyak kultur yang ditambahkan, kadar protein semakin menurun.

Tabel 6. Kadar protein total bioyoghurt jagung-kacang hijau yang dipengaruhi konsentrasi kultur dan ekstrak ubi jalar

kultur (persen)	Penambahan ekstrak ubi jalar (persen)					
	10	15	20	25	30	
2	3,38	3,35	3,18	3,06	3,02	3,2 ^d ± 0,17
3	3,27	3,23	3,18	3,06	2,93	3,13 ^c ± 0,14
4	3,1	3,23	3,13	2,96	2,83	3,05 ^b ± 0,16
5	2,93	3,06	3,14	2,99	2,78	2,98 ^a ± 0,14
	3,17 ^c ± 0,2	3,22 ^c ± 0,12	3,16 ^c ± 0,03	3,02 ^b ± 0,05	2,89 ^a ± 0,11	

Keterangan: Superskrip a-b yang berbeda pada rata-rata menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$).

Kadar protein bioyoghurt berada pada kisaran 2,78 hingga 3,38. Kadar protein ini lebih rendah daripada yoghurt susu yang berada pada kisaran 4,93 sampai 9,23 persen (Mahdian dan Tehrani 2007; Irvine dan Hekmat, 2011). Bahan-bahan yang digunakan yaitu jagung manis dan ubi jalar memiliki kadar protein 3,5 dan 1,8, lebih rendah daripada kadar protein susu sapi.

Aroma

Jumlah kultur tidak berpengaruh nyata terhadap aroma bioyoghurt, sedangkan ekstrak ubi jalar berpengaruh nyata terhadap aroma. Semakin banyak ubi jalar yang ditambahkan, aroma dari ubi jalar semakin terasa sehingga aroma khas yoghurt semakin rendah (Tabel 7).

Tabel 7. Aroma Bio Yoghurt jagung-kacang hijau yang dipengaruhi konsentrasi kultur dan ekstrak ubi jalar

Kultur (persen)	Penambahan ekstrak ubi jalar (persen)					
	10	15	20	25	30	
2	3,3	3,1	3,36	3,0	2,9	3,13 ^a ± 0,19
3	3,32	3,12	3,18	3,1	3,13	3,17 ^a ± 0,09
4	3,15	3,08	3,13	3,3	3,1	3,15 ^a ± 0,09
5	3,03	2,98	3,18	3,08	3,01	3,06 ^a ± 0,08
Rata-rata	3,2 ^b ± 0,14	3,07 ^{ab} ± 0,06	3,21 ^b ± 0,1	3,12 ^{ab} ± 0,13	3,03 ^a ± 0,1	

Keterangan: Superskrip a-b yang berbeda pada rata-rata menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$).

Aroma bioyoghurt berkisar antara 2,98 – 3,36 (Tabel 7) yang berarti aroma produk yang dihasilkan pada tingkat ‘agak khas’ aroma yoghurt pada umumnya. Aroma yoghurt merupakan perpaduan senyawa turunan lemak, protein dan karbohidrat sebagai senyawa penyusun dan senyawa volatile yang terbentuk selama proses fermentasi. Senyawa-senyawa yang terbentuk selama proses fermentasi adalah asetaldehid, aseton, diacetyl, asam volatile (asetat, propionate, dan butirat), asam non volatile (laktat, piruvat, oksalat dan suksinat) serta senyawa hasil pemecahan protein dan lemak (Irvine dan Hekmat, 2011). Senyawa-senyawa pembentuk aroma tersebut dihasilkan oleh bakteri asam laktat selama fermentasi. *Lactobacillus bulgaricus* menghasilkan asetaldehid yang memberikan aroma khas pada yoghurt, sedangkan *Streptococcus thermophilus* menghasilkan asam laktat, asam formiat dan asam amino (Ott et al., 2000).

Tekstur

Jumlah kultur berpengaruh nyata terhadap tekstur bioyoghurt, sedangkan ekstrak ubi jalar tidak berpengaruh nyata terhadap tekstur. Semakin tinggi jumlah kultur, tekstur semakin kental (Tabel 8). Hal ini sesuai hasil pengujian viskositas bahwa semakin banyak kultur, viskositas semakin meningkat.

Tabel 8. Tekstur bioyoghurt jagung-kacang hijau yang dipengaruhi konsentrasi kultur dan ekstrak ubi jalar

kultur (persen)	Penambahan ekstrak ubi jalar (persen)					Rata-rata
	10	15	20	25	30	
2	3,4	3,67	3,6	3,15	3,52	3,47 ^a ± 0,2

3	3,67	3,77	3,43	3,57	3,6	3,61 ^{ab} ± 0,12
4	3,63	3,4	3,38	3,87	3,88	3,63 ^b ± 0,24
5	3,92	4,10	4,03	4,1	3,98	4,03 ^c ± 0,08
Rata-rata	3,65 ^a ± 0,21	3,74 ^a ± 0,29	3,60 ^a ± 0,3	3,67 ^a ± 0,41	3,74 ^a ± 0,22	

Yoghurt yang baik memiliki tekstur yang tidak terlalu kental maupun cair dan teksturnya stabil dengan tidak adanya perubahan viskositas. Perubahan tekstur disebabkan pula oleh hilangnya air atau lemak, pembentukan atau pemecahan emulsi, hidrolisis, karbohidrat polimer, dan koagulasi atau hidrolisis protein (Folkenberg et al., 2005).

Pemilihan produk terbaik dan perbandingan dengan yoghurt komersial serta SNI

Berdasarkan indeks efektivitas didapatkan perlakuan terbaik adalah yoghurt jagung yang menggunakan 4 persen kultur dan 15 persen ekstrak ubi jalar. Produk ini memiliki pH 3,88, viskositas sebesar 261,5 cP, kadar asam laktat 0,87 persen, kadar lemak 0,05 persen, total padatan terlarut 19,10 °Brix, dan protein total 3,23 persen (Tabel 9). Sementara untuk sifat sensoris, produk tersebut memiliki aroma yoghurt agak khas, tekstur agak lembut, rasa agak asam, dan agak disukai oleh konsumen.

Ada sedikit perbedaan antara bioyoghurt dengan yoghurt komersial. Bioyoghurt memiliki pH yang lebih rendah (3,88) daripada yoghurt susu sapi (4,17). Hasil ini didukung sifat sensoris bahwa rasa bioyoghurt sedikit lebih asam (3,39) daripada yoghurt susu sapi (3,4). Keasaman yang lebih tinggi dimungkinkan karena bahan nabati yang digunakan (jagung manis, kacang hijau, dan ubi jalar merah) lebih meningkatkan aktivitas bakteri asam laktat dalam fermentasi daripada susu pada yoghurt komersial

Tabel 9. Perbandingan yoghurt terbaik hasil penelitian dengan yoghurt komersial dan SNI yoghurt no 01-2981-1192

Variabel	Bioyoghurt	Yoghurt susu sapi komersial	SNI 01-2981-1192
pH	3,88	4,17	-
Viskositas (cP)	261,5	924	-
Asam laktat (%)	0,87	1,23	0,5-2
Lemak (%)	0,05	2,4	Max 3,8
Total padatan terlarut (°Brix)	19,1	19,4	Min 8,2
Protein total (%)	3,23	4,16	Min 3,5
Aroma	3,08	4,25	Normal
Warna	3,34	1	Normal
Tekstur	3,4	4,45	-
Rasa asam	3,39	3,4	Asam
Kesukaan	3,6	4,1	-

Viskositas bioyoghurt sebesar 261,5 cP, lebih rendah daripada yoghurt susu sapi (924 cP). Hasil pengujian sensoris juga menunjukkan bahwa yoghurt susu sapi memiliki

tekstur lebih lembut (4,45) dibanding bioyoghurt (3,4). Kadar protein yoghurt susu sapi lebih tinggi (4,45 persen) dibanding bioyoghurt (3,23 persen) sehingga mengakibatkan perbedaan tekstur. Menurut Irvine dan Hekmat (2011), viskositas dan tekstur yoghurt dipengaruhi oleh proses koagulasi protein. Semakin tinggi kandungan protein yang terdapat pada bahan baku, maka produk yoghurt akan semakin kental.

Kadar asam laktat pada bioyoghurt lebih rendah daripada pada yoghurt susu sapi. Hal ini disebabkan laktosa yang terdapat pada susu skim merupakan gula yang dapat dirombak secara langsung menjadi asam laktat oleh bakteri. Sementara itu, karbohidrat yang terdapat pada jagung adalah polisakarida (karbohidrat kompleks) sehingga bakteri memerlukan waktu lebih lama untuk adaptasi dan menghasilkan energi yang digunakan dalam fermentasi dan merombaknya menjadi asam laktat (Gustaw *et al.*, 2011).

Bioyoghurt ini memiliki keunggulan dibandingkan yoghurt susu sapi yaitu dalam hal kadar lemak, beta karoten dan warna. Kadar lemak bioyoghurt sangat rendah (0,05 persen) sehingga dapat digolongkan ke dalam *non fat yoghurt*. Yoghurt susu sapi memiliki kadar lemak lebih tinggi (2,4) sehingga masuk ke kelompok yoghurt biasa. Rendahnya kadar lemak pada bioyoghurt ini diinginkan oleh kelompok orang-orang tertentu yang ingin mengonsumsi produk rendah lemak. Kadar lemak bioyoghurt ini memenuhi SNI 01-2981-1992, yaitu tidak lebih dari 3,8% (bb).

Warna bioyoghurt ini merah kekuningan, memberikan kelebihan yaitu merupakan warna alami dari jagung dan ubi jalar. Warna merah kekuningan ini juga memberikan indikasi kadar betakaroten yang cukup tinggi, yaitu sebesar 900 µg (32,967 SI) tiap 100 ml. Beta karoten ini berasal dari jagung dan ubi jalar yang masing-masing mengandung beta karoten 400 SI dan 7000 SI.

Secara umum, bioyoghurt ini sudah memenuhi standar SNI yoghurt, kecuali kadar protein yang masih lebih rendah yaitu 3,23 (menurut SNI minimal 3,5). Agar dapat memenuhi SNI, jumlah kacang hijau yang ditambahkan dapat ditingkatkan. Peningkatan jumlah kacang hijau diharapkan juga dapat memberikan aroma khas yoghurt, karena aroma bioyoghurt ini masih berciri khas ubi jalar.

KESIMPULAN

1. Kombinasi paling baik untuk pembuatan bioyoghurt jagung-kacang hijau adalah pada konsentrasi kultur 4 persen kultur dan 15 persen ekstrak ubi jalar. Produk memiliki pH 3,88, viskositas sebesar 261,5 cP, kadar asam laktat 0,87 persen, kadar lemak 0,05 persen, total padatan terlarut 19,10 °Brix, dan protein total 3,23 persen), aroma yoghurt agak khas, tekstur agak lembut, rasa agak asam, dan agak disukai oleh konsumen.
2. Bioyoghurt ini sudah memenuhi standar SNI yoghurt, kecuali kadar protein yang masih lebih rendah yaitu 3,23 (menurut SNI minimal 3,5).

UCAPAN TERIMA KASIH

Kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Ditjen Dikti yang telah memberikan dana penelitian melalui Riset Strategis Nasional 2015

DAFTAR PUSTAKA

- Anjum, R.R., and T. Zahoor. 2007. Comparative study of yoghurt prepared by using local isolated and commercial imported starter culture. *Journal of Research (Science)*.18(1): 35-41
- Dewan Standarisasi Nasional Indonesia. 1992. *Syarat Mutu Yoghurt* 01-2981-1992. Departemen Perindustrian Republik Indonesia, Jakarta.
- FDA, 2009. Milk and cream products and yogurt products. Food and Drug Administration Federal Register.74: 2448.
- Folkenberg, D.M., Dejmek,P., Skriver, A.,and Ipsen, R. 2005. Relation between sensory texture properties and exopolysaccharide distribution in set and in stirred yoghurts produced with different kultur cultures. *Journal of Texture Studies*. 36 (2): 174-189. DOI: 10.1111/j.1745-4603.2005.00010.x
- Gustaw, W., Kordowska-Wiater, M., and Koziol. J. 2011. The influence of selected prebiotics on the growth of lactic acid bacteria for bio-yoghurt production. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment*. 10(4) : 455-466.
- Haydersah, J., I. Chevallier, I Rochette, C. Morquet-Rivier, C. Picq, T. Marianne-Pepin, C. Icard-Verniere, and J-P. Guyot. 2012. Fermentation by Amylolytic Lactic Acid Bacteria and Consequences for Starch Digestibility of Plantain, Breadfruit, and Sweet Potato Flours. *Journal of Food Science*. 77(8): M466-M472. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2012.02811.
- Irvine, S.L, and S Hekmat. 2011. Evaluation of Sensory Properties of Probiotic Yogurt Containing Food Products with Prebiotic Fibres in Mwanza, Tanzania. *Food and Nutrition Sciences*. 2: 434-439. DOI:10.4236/fns.2011.25061
- Kailasaphaty, K. Survival of free and encapsulated probiotic bacteria and their effect on the sensory properties of yoghurt. *LWT-Food Science and Technology*. 39(10):1221-1227. DOI : 10.1016/j.lwt.2005.07.013
- Lee, W. J. and Lucey, J. A. 2006. Structure and Physical Properties of Yoghurt Gel : Effect of Inoculation Rate and Incubation Temperature. *Journal Dairy Science*.84 :3153-3164. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(04)73450-5
- Mahdian, E dan M.M. Tehrani. 2007. Evaluation the Effect of Milk Total Solids on the Relationship Between Growth and Activity of Starter Cultures and Quality of Concentrated Yoghurt. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 2 (5): 587-592
- Maragkoudakis, P.A., Miaris, C., Rojez, P., Manalis, N., Magkanari, F., Kalantzopoulos, G., and Tsakalidou, E. 2006. Production of traditional Greek yoghurt using *Lactobacillus* strains with probiotic potential as kultur adjuncts. *International Dairy Journal*. 16 (1): 52-60. DOI:10.1016/j.idairyj.2004.12.013

-
- Olugbuyiro, J.A.O., and J. E. Oseh. 2011. Physico-chemical and Sensory Evaluation of Market Yoghurt in Nigeria. *Pakistan Journal of Nutrition* 10 (10): 914-918.
- Ott, A.H., M. Baumgartner, and A. Chaintreau. 2000. Sensory Investigation of Yogurt Flavor Perception: Mutual Influence of Volatiles and Acidity. *J. Agric. Food Chem.* 48: 441-450. DOI: 10.1021/jf990432x.
- Saccaro, D.M., A.Y. Tamime, A.L.O.P.S. Pillegigi, and M.N. Oliveira. 2009. The viability of three probiotic organisms grown with yoghurt kultur cultures during storage for 21 days at 4°C. *International Journal of Dairy Technology.* 62(3): 397-404. DOI: 10.1111/j.1471-0307.2009.00497

KARAKTERISTIK SENSORI DAN FISIKOKIMIA FRUIT LEATHER BEBERAPA JENIS BUAH

Physicochemical and sensory characteristics of fruit leather from several kinds of fruits

Vita N Lawalata*, L Ega, Sophia G Sipahelut
Prodi THP, Fakultas Pertanian, Universitas Pattimura
Jl. Ir. M. Puttuhena Poka-Ambon

*Email : vitalawalata@yahoo.com

ABSTRACT

Fruits are perishable agricultural commodity and sensitive to deterioration which result in relatively short storage time. Therefore, processing fruits into other products, including fruit leather, is an alternative way to prolong storage time and preserve fruits. Fruit leather is one of the many processed fruit products available in the form of flexible leathery sheet having the average thickness of 2-3 mm, 10-15% moisture content, as well as having specific consistency and flavour of the particular fruit in use. This research was then aimed to evaluate the physicochemical and sensory characteristics of fruit leather from several local fruits available in Ambon, i.e., durian, mango, and banana. Laboratory experiments were conducted to analyse water activity (aw meter), tensile strength (universal testing machine), moisture content (thermogravimetry method), dietary fiber (acid base titration), total sugar (Nelson-Somogyi), total acidity and vitamin C content (titration). Results from sensory evaluation analysis showed that fruit leathers from durian were preferable by panelists than from other fruits because of its flavour, aroma, and texture. Whereas based on color, mango fruit leather were more liked than others. Physicochemical characteristics of fruit leathers from various fruits tested were in the range of values as follow aw 0.63-0.66, tensile strength 6.861-10.138 N, moisture content 14.39-14.79%, dietary fiber 0.52-2.49%, and total sugar 68.18-81.90%. Meanwhile total acidity and vitamin C content of mango fruit leather were 3.97 and 66.03 mg/100 g, respectively.

Keywords : fruit leather, durian, mango, banana, sensory, physicochemical.

ABSTRAK

Buah-buahan merupakan salah satu komoditas hasil pertanian yang mudah rusak sehingga memiliki umur simpan yang pendek. Alternatif untuk memperpanjang masa simpan buah-buahan adalah dengan mengolahnya menjadi produk dalam bentuk yang lain, salah satunya yaitu fruit leather. Fruit leather merupakan suatu bentuk olahan buah-buahan, berbentuk lembaran tipis dengan ketebalan 2-3 mm, kadar air 10-15%, serta konsistensi dan rasa yang spesifik sesuai jenis buah-buahan yang digunakan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui karakteristik sensori dan fisikokimia fruit leather dari beberapa jenis buah lokal asal kota Ambon. Jenis buah yang digunakan dalam penelitian ini adalah durian, mangga, dan pisang. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen di laboratorium dengan parameter analisis adalah aktivitas air (a_w meter), kuat tarik (universal testing machine), kadar air (metode termogravimetri), serat kasar (titrasi asam basa), total gula (Nelson-Somogyi), total asam dan vitamin C (titrasi). Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan karakteristik sensorifruit leather durian lebih disukai panelis dari segi rasa, aroma, dan tekstur, sedangkan dari segi warna panelis lebih menyukai fruit leather mangga. Hasil analisis fisikokimia fruit leather berkisar a_w 0.63-0.66, kuat tarik 6.861-10.138 N, kadar air 14.39-14.79 %, serat kasar 0.52-2.49 %, dan total gula 68.18-81.90 %. totalasam dan vitamin C fruit leather mangga adalah 3.97 dan 66.03 mg/100g.

Kata kunci : fruit leather, durian, mangga, pisang, sensori, fisikokimiawi.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara tropik yang kaya akan tanaman buah-buahan yang tersebar luas di seluruh provinsi. Buah-buahan merupakan salah satu komoditas pertanian dan bahan pangan yang cukup banyak dikonsumsi karena merupakan sumber vitamin, mineral, dan zat gizi lainnya yang sangat diperlukan bagi tubuh manusia. Namun sayangnya buah-buahan merupakan komoditas yang memiliki umur simpan yang pendek karena cepat rusak sehingga adanya kelebihan produk buah-buahan pada saat panen raya akan memperbesar tingkat kerugian petani jika tidak dilakukan proses penanganan dan pengolahan lebih lanjut.

Alternatif untuk memperpanjang masa simpan buah-buahan adalah dengan mengolahnya menjadi produk dalam bentuk yang lain seperti dodol, kismis, manisan, jelly, sari buah, selai, dan sirup. Salah satu produk olahan buah-buahan yang belum banyak dikenal masyarakat adalah *fruit leather*. *Fruit leather* merupakan suatu bentuk olahan buah-buahan, berbentuk lembaran tipis dengan ketebalan 2-3 mm, kadar air 10-15%, serta konsistensi dan rasa yang spesifik sesuai jenis buah-buahan yang digunakan (Kusumawati, 2005).

Berdasarkan latar belakang diatas dan untuk meningkatkan nilai tambah dan penganekaragaman produk berbasis buah-buahan, maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui karakteristik sensori dan fisikokimiawi beberapa jenis buah lokal asal kota Ambon.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian pembuatan *fruit leather* adalah buah-buahan lokal diperoleh dari pasar tradisional di kota Ambon, yaitu buah durian, mangga golek, dan pisang abu-abu (pisang kepok). Buah durian dan mangga golek yang digunakan adalah yang matang fisiologis, sedangkan buah pisang abu-abu adalah matang optimal, ditandai dengan warna kuning merata pada buah pisang. Bahan tambahan yang digunakan adalah rumput laut yang diperoleh dari petani rumput laut di desa Passo Kecamatan Baguala kota Ambon, dan gula pasir dari pasar modern daerah setempat.

Metode

Penelitian menggunakan metode eksperimen di laboratorium. Tahapan penelitian ini terdiri dari persiapan bahan dan penelitian utama. Persiapan bahan meliputi pembuatan bubur rumput laut, yaitu rumput laut kering dicuci bersih kemudian direndam selama semalam. Rumput laut yang telah direndam semalaman ditiriskan dan dikering anginkan, kemudian direbus dengan air sesuai perbandingan 1:10 (rumput laut : air) selama 2 jam sampai menjadi kental (bubur). Bubur rumput laut ini kemudian dibiarkan sampai dingin.

Penelitian utama, yaitu pembuatan *fruit leather* buah durian, mangga dan pisang dilakukan secara terpisah dengan cara sebagai berikut ; buah-buahan yang akan digunakan dikupas kulit, kemudian dibersihkan dan dipotong kecil-kecil. Secara terpisah potongan buah-buahan tersebut ditambahkan gula 10% dan bubur rumput laut 20%, kecuali untuk

buah durian tanpa penambahan bubur rumput laut, kemudian adonan tersebut diblender sampai halus sehingga menjadi bubur buah. Bubur buah-buahan tersebut kemudian dituang pada nampan ukuran 24 x 24 cm yang telah diolesi dengan margarin. Adonan dengan dituang ketebalan ± 4 mm, setelah itu dikeringkan pada oven dan kompor minyak tanah merk hock pada suhu 50°C selama 1 jam. Pengeringan selanjutnya menggunakan sinar matahari pada siang hari (pemanasan efektif pada siang hari pukul 12.00 WIT) selama 3 jam. *Fruit leather* yang telah kering kemudian dipotong lalu dikemas dan siap dianalisa.

Analisis karakteristik sensor *fruit leather* menggunakan uji kesukaan atau uji hedonik (Setyaningsih *et al.* 2010) dan analisis karakteristik fisikokimiawi meliputi aktifitas air (a_w) (AOAC. 1999), kuat tarik/tensile strenght dengan alat *universal testing machine*, kadar air (metode thermogravimetri), serat kasar (Nelson-Somogy), total asam dan vitamin C (titrasi).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Sensori

Karakteristik sensori bahan pangan akan mempengaruhi diterima atau ditolaknya pangan tersebut oleh konsumen sebelum menilai kandungan gizi dari bahan pangan tersebut. Uji sensoriterhadap *fruit leather* pada penelitian ini menggunakan 30 orang panelis dan pengujiannya meliputi warna, rasa, aroma, dan tekstur. Data hasil pengujian sensori dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Rataan hasil pengujian sensori dan fisikokimia *fruit leather*

Atribut mutu	<i>Fruit leather</i>		
	Durian	Mangga	Pisang
Warna*)	4.83	5.06	3.96
Rasa*)	5.53	4.66	4.73
Aroma*)	4.90	4.23	4.60
Tekstur*)	5.06	4.63	4,23
a_w	0.655	0.665	0.63
Kuat tarik (N)	6.86	8.95	10.14
Kadar air (%)	14.39	14.79	14.71
Serat kasar (%)	2.49	1.74	0.52
Total gula (%)	68.18	81.90	69.06
Total asam (mg/100g)	3.97	-	-
Vitamin C (mg/100g)	66.03	-	-

Keterangan : *) Skala penilaian organoleptik ; 1: tidak suka, 2: suka, 3: agak suka, 4: netral, 5: suka, dan 6: sangat suka.

Nilai rata-rata kesukaan warna tertinggi *fruit leather* dari ketiga jenis buah yang disajikan pada tabel 1 adalah pada *fruit leather* mangga dan tidak berbeda jauh dengan *fruit leather* durian. Skala hedonik dari *fruit leather* mangga dan durian berada pada penilaian suka dengan nilai 5.06 dan 4.83. Jika dideskripsikan secara visual (gambar 1) tidak berbeda

jauh dengan warna buah aslinya yaitu kuning dan putih, hal ini sesuai dengan pendapat Nurlaely (2002) bahwa *fruit leather* yang baik memiliki warna khas dari bahan baku jenis buah yang digunakan.



Gambar 1. *Fruit leather* durian, mangga dan pisang

Karakteristik rasa, aroma, dan tekstur dari ketiga jenis *fruit leather* yang dihasilkan menunjukkan bahwa *fruit leather* durian memiliki nilai tertinggi yaitu pada skala penilaian suka, dengan nilai rasa 5.53, aroma 4.23, dan tekstur 5.06. Hal ini menunjukkan konsumen (panelis) cenderung menyukai *fruit leather* durian. Rasa *fruit leather* durian yang dihasilkan adalah rasa khas dari buah durian, hal ini disebabkan karena pada pembuatan *fruit leather* durian tidak menggunakan bubur rumput laut sehingga rasa khasnya masih tetap dipertahankan. Aroma merupakan salah satu faktor penting untuk memilih makanan dan banyak menentukan kelezatan suatu makanan. Dari segi aroma, buah durian memiliki aroma yang kuat (tajam) dan spesifik karena kandungan komponen-komponen volatilnya, sehingga aroma yang khas dari buah durian masih tercium pada *fruit leather* durian yang dihasilkan. Tekstur yang dimaksud dalam penelitian ini adalah plastisitas yang dirasakan oleh panelis pada saat *fruit leather* ditarik tidak mudah putus dan pada saat digigit dan dikunyah mudah sobek, tidak keras dan rasanya kenyal. *Fruit leather* durian lebih disukai panelis karena memiliki tekstur yang plastis (tidak mudah putus) dan rasanya kenyal.

Karakteristik Fisikokimia

Aktivitas air (a_w) sering disebut juga sebagai air bebas. Air bebas berada dalam ruang antar sel, intergranular, pori-pori bahan atau bahkan pada permukaan bahan. Disebut aktivitas air karena air bebas mampu membatu aktivitas pertumbuhan mikroba dan aktivitas reaksi-reaksi kimia pada bahan pangan (Legowo dkk, 2004). a_w *fruit leather* yang dihasilkan pada penelitian seperti disajikan pada tabel 1 sudah sangat baik, karena menurut Nurlaely (2002) a_w *fruit leather* yang baik yaitu dibawah 0.7. Rataan nilai a_w ketiga jenis *fruit leather* buah pada penelitian ini berkisar 0.63 – 0.66, hal ini mengindikasikan bahwa *fruit leather* ketiga jenis buah ini sudah memenuhi kriteria *fruit leather* yang baik menurut Nurlaely (2002). Berbagai mikroorganisme memiliki a_w minimum supaya dapat tumbuh, seperti bakteri ; 0.9, khamir 0.8 -0.9, dan kapang ; 0.6 – 0.7 (Winarno, 2004). Aktivitas air pada *fruit leather* yang dihasilkan telah memenuhi batas aman dari mikroorganisme bakteri dan khamir.

Nilai kuat tarik (tensile strength) merupakan tarikan maksimal yang dapat dicapai sebelum produk tersebut putus atau sobek. Nilai kuat tarik menunjukkan besarnya gaya yang

diperlukan untuk mencapai tarikan maksimal pada setiap satuan luas produk (Krocha *et al.*, 2002). Kuat tarik pada penelitian ini berhubungan dengan tekstur *fruit leather* yang plastis sehingga dapat digulung dan tidak mudah patah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketiga jenis *fruit leather* memiliki kuat tarik yang baik karena bersifat plastis dan dapat digulung serta tidak mudah patah (gambar 1).

Air merupakan salah satu unsur penting dalam bahan pangan. Pengaruh kadar air sangat penting dalam pembentukan daya awet dari bahan pangan karena air dapat mempengaruhi sifat-sifat fisik atau adanya perubahan-perubahan kimia (Buckle *et al.*, 1987). Jika kadar air suatu bahan cukup tinggi, maka bahan pangan tersebut akan cepat rusak. Berdasarkan hasil analisis yang disajikan pada tabel 1, kadar air *fruit leather* berkisar antara 14.39 – 14.79 % dan *fruit leather* durian memiliki kadar air terendah, tetapi tidak berbeda jauh dengan kadar air *fruit leather* mangga dan pisang. Menurut Kusumawati (2005), *fruit leather* yang baik memiliki kadar air 10 – 15 %, sehingga nilai kadar air *fruit leather* ketiga jenis buah dalam penelitian ini sudah memenuhi syarat.

Serat kasar adalah senyawa yang tidak dapat dicerna didalam organ pencernaan manusia maupun hewan. Kelompok polisakarida banyak mengandung serat yang dapat dipengaruhi oleh proses pencernaan. Serat merupakan zat makanan yang sangat berguna untuk kesehatan tubuh karena berperan dalam mengatasi penyakit yang berhubungan dengan sistem pencernaan manusia. Nilai serat kasar *fruit leather* pada penelitian ini adalah 0.52-2.49 %.

Gula banyak digunakan dalam pengawetan buah-buahan, sayuran, dan pembuatan aneka ragam produk makanan. Penambahan gula dalam pembuatan *fruit leather* sangat ditentukan oleh kandungan gula yang terdapat pada bahan dasar buah (Asben, 2007). Dari hasil analisa menunjukkan bahwa *fruit leather* durian dan *fruit leather* pisang memiliki total gula yang hampir sama yaitu 68,18% dan 69,06%, sedangkan *fruit leather* mangga memiliki total gula yang lebih tinggi yaitu 81,90%. Peningkatan rasa manis ini disebabkan karena penambahan gula pasir menyebabkan glukosa dan fruktosa yang dihasilkan dari inversi sukrosa juga meningkat (Bukle *et al.*, 1987). Hal ini disebabkan karena gula pasir hanya terdiri dari gula sukrosa saja, sedang gula reduksi yang terdapat pada daging buah mengandung gula sederhana yaitu glukosa dan fruktosa.

Jumlah keseluruhan asam yang terdapat pada bahan makanan dinyatakan dengan total asam. Bahan-bahan hasil pertanian banyak mengandung asam-asam organik, buah-buahan mengandung kadar asam yang relative tinggi, misalnya asam sitrat yang merupakan asam organik utama pada asam-asam tersebut. Vitamin C atau asam askorbat mempunyai berat molekul 178 dengan rumus molekul $C_6H_8O_6$, dalam bentuk murni merupakan kristal tidak berwarna dan tidak berbau. Vitamin C merupakan vitamin yang paling mudah rusak, mudah larut dalam air dan mudah teroksidasi (Winarno, 2008). Pada penelitian ini kandungan total asam dan vitamin C hanya dianalisa pada *fruit leather* mangga karena bahan bakunya yaitu buah mangga banyak mengandung kedua zat gizi ini, sedangkan *fruit leather* durian dan pisang tidak dianalisa kandungan total asam dan vitamin C. kandungan total asam dan vitamin C *fruit leather* mangga adalah 3.97 dan 66.03 mg/100g. Menurut

Winarno (2008), jumlah masukan vitamin C yang diperlukan orang dewasa untuk mencegah terjadinya gejala defisiensi adalah 10 mg/hari sehingga *fruit leather* mangga pada penelitian ini dapat menjadi alternatif pemenuhan vitamin C.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *fruit leather* durian memiliki karakteristik sensori tertinggi berdasarkan hasil penilaian rasa 5.53 (suka), aroma 4.90 (suka), dan tekstur 5.06 (suka) dengan karakteristik fisikokimia adalah aktivitas air (a_w) 0.655, kuat tarik 6.86 N, kadar air 14.39 %, serat kasar 2.49 %, dan total gula 68.18 mg/100 g.

UCAPAN TERIMA KASIH

Hasil penelitian ini merupakan bagian dari Penelitian Prioritas Nasional Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia 2011-2025. Penulis menyampaikan terimakasih kepada Pemerintah Republik Indonesia, khususnya kementerian pendidikan dan kebudayaan yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC.1999. Official Methods of Analysis Association of Official Agricultural Chemists, Washington D.C.
- Asben, A. 2007. Peningkatan kadar iodium dan serat pangan dalam pembuatan *fruit leather* nenas (*Ananas comosus* L. Merr). Laporan Penelitian Dosen Muda Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang.
- Buckle, K.A., Edwards, R.A., Flett, G.H., Mootton. 1989. Ilmu Pangan. Penerbit UI Press, Jakarta.
- Kusumawati, D.R. 2005. Pengaruh konsentrasi sukrosa dan lama pengeringan terhadap karakteristik *fruit leather* Stroberi (*Fragaria chiloensis* L.). Tugas akhir Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Teknik Universitas Pasundan. Bandung.
- Krochta, J.M and C.D Mudler-Johnson. 2002. Edible and Biodegradable Polymer Films : Challenges and Opportunities. Food and Technology. 51 (2) : 62-74.
- Nurlaeli, E. 2002. Pemanfaatan buah jambu mete untuk pembuatan *Leather*. Kajian dari proporsi buah pencampur. Skripsi jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Winarno, F.G. 2008. Kimia Pangan dan Gizi. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta

PEMANFAATAN KOMPONEN SAPONIN DAUN PEPAYA PADA KELOBOT JAGUNG SEBAGAI PENGEMAS WAJIT

Utilization of Saponins of Papaya Leaves In Maize Husk As Wajit Packaging

Sri Wahyuningsih^{a*}, Nugraha Edhi Suyatma^b, Harsi Dewantari Kusumaningrum^a

^aIlmu Pangan, Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor
Jalan Raya Dramaga, Bogor, Indonesia
Bogor 16680, Indonesia

*Email: sriwahyuningsih13ipn@gmail.com

ABSTRACT

Saponins of papaya leaves have been reported to demonstrate antifungal activity. This study aimed to utilize saponins as bioactive components in young and old papaya papaya leaves as antifungal on maize husk as wajit packaging. Saponins were extracted from papaya leaves to obtain two types of extracts: saponins and crude saponins. Extraction was conducted using the combination between Soxhlet and Ultrasound-Assisted Extraction (UAE) methods. Extracts were applied to maize husk by dipping for 5 minutes at the concentrations of 1%, 2% and 2.5%. Test parameter towards maize husk packaging was microbial contamination, i.e. mold and yeast counts (MYC), total plate count (TPC) and *Aspergillus flavus-parasiticus* counts (AFPA), as well as physical and mechanical properties, and water vapor transmission rate. Results showed that young papaya leaves extract yield was greater than old papaya leaves extract yield. The highest yield (%) was crude extract of young papaya leaves ($12.96 \pm 0.26\%$), while the lowest yield (%) was saponin extract of old papaya leaves at 1.42 ± 0.62 , young papaya leaves ($3.18 \pm 0.95\%$). Initial post-harvest microbial contamination of maize husk with the water content of $42.93 \pm 0.49\%$ for TPC was 6.34 ± 0.17 (logcfu/ml), MYC was 5.46 ± 0.133 (logcfu/ml), while AFPA counts was 4.29 ± 0.07 (logcfu/ml). Post-harvest dried maize husk after a month storage had water content of $13.83 \pm 0.56\%$ and TPC of 4.38 ± 0.09 (logcfu/ml), MYC of 2.68 ± 0.02 (logcfu/ml), while AFPA counts was 3.69 ± 0.11 (logcfu/ml). The addition of crude saponin and saponin extracts on maize husk was able to reduce TPC (on 1%; 2% and 2.5% of saponin extracts were between 2.83 ± 0.00 to 2.54 ± 0.05 , while the reduction on 1%; 2% and 2.5% of crude saponin extracts were 3.00 ± 0.01 to 2.51 ± 0.00 logcfu/ml) and MYC (on 1%; 2% and 2.5% of saponin extracts were between 2.55 ± 0.02 to 2.20 ± 0.00 logcfu/ml, while the reduction on 1%; 2% and 2.5% of crude saponins were 2.55 ± 0.02 to 2.44 ± 0.00 logcfu/ml). TPC and MYC counts of maize husk after the addition of extracts were reduced for 1 log on day-0 to day-25 of storage at 28°C . The water vapor transmission rate test of maize husk showed significant differences between the control ($47.12 \pm 1.12^\circ \text{g/m}^2/24$ hours) with all treatments of 2% and 2.5% of crude extract additions (between $39.08 \pm 0.79^\circ$ to $41.65 \pm 2.35^\circ \text{g/m}^2/24$ hours). This study results showed that saponin extract and crude saponin extract on maize husk could increase maize husk packaging quality.

Keywords: maize husk, papaya leaves, saponins, crude saponins

ABSTRAK

Saponin daun pepaya dilaporkan memiliki aktivitas antikapang. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan komponen bioaktif saponin daun pepaya muda dan tua sebagai antikapang pada kelobot jagung sebagai kemasan wajit. Komponen saponin diekstrak dari daun pepaya sehingga diperoleh dua jenis ekstrak yaitu ekstrak saponin dan crude saponin, ekstraksi dilakukan menggunakan metode penggabungan soxhlet dan Ultrasound Assisted Extraction (UAE). Ekstrak diaplikasikan pada kelobot jagung yaitu dengan dicelupkan 5 menit pada konsentrasi 1%; 2% dan 2,5%. Parameter uji terhadap kemasan kelobot jagung adalah cemaran mikroba yaitu angka kapang khamir (AKK), angka lempeng total (ALT) dan angka *Aspergillus flavus-parasiticus* (AFPA), dan laju transmisi uap air. Hasil menunjukkan rendemen ekstrak daun pepaya muda lebih besar dibanding daun tua. Rendemen ekstrak tertinggi adalah ekstrak crude saponin daun muda ($12,96 \pm 0,26\%$), sedangkan yang terendah adalah saponin daun muda ($1,42 \pm 0,62\%$). Cemaran mikroba awal

pasca panen kelobot jagung dengan kadar air $42,93 \pm 0,49\%$ yaitu ALT adalah $6,34 \pm 0,17$ logcfu/ml, AKK adalah $5,46 \pm 0,133$ logcfu/ml sedangkan AFPA adalah $4,29 \pm 0,07$ logcfu/ml. Kelobot jagung kering pasca panen setelah penyimpanan sebulan mempunyai kadar air $13,83 \pm 0,56\%$ dan ALT sebesar $4,38 \pm 0,09$ logcfu/ml, AKK $2,68 \pm 0,02$ logcfu/ml, sedangkan AFPA sebesar $3,69 \pm 0,11$ logcfu/ml. Penambahan ekstrak crude saponin dan saponin pada kelobot jagung mampu menurunkan jumlah ALT (1%, 2% dan 2,5% berkisar $2,83 \pm 0,00$ sampai $2,54 \pm 0,05$, sedangkan crude saponin 1%; 2% dan 2,5% sebesar $3,00 \pm 0,01$ sampai $2,51 \pm 0,00$ log/cfu/ml) dan jumlah AKK (saponin 1%; 2% dan 2,5% berkisar $2,55 \pm 0,02$ sampai $2,20 \pm 0,00$ logcfu/ml, sedangkan crude saponin 1%; 2% dan 2,5% adalah berkisar $2,55 \pm 0,02$ sampai $2,44 \pm 0,00$ logcfu/ml). Jumlah ALT dan AKK kelobot jagung setelah penambahan ekstrak mengalami penurunan sebesar 1 log pada penyimpanan hari 0 sampai hari 25 suhu 28°C . Uji laju transmisi uap air kelobot jagung menunjukkan perbedaan nyata antara kontrol ($47,12 \pm 1,12^{\text{c}}$ g/m²/24 jam), dengan semua perlakuan penambahan ekstrak 2% dan 2,5% (berkisar $39,08 \pm 0,79^{\text{a}}$ sampai $41,65 \pm 2,35^{\text{ab}}$ g/m²/24jam. Penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak saponin dan ekstrak crude pada kelobot jagung dapat meningkatkan kualitas kemasan kelobot jagung.

Kata Kunci: kelobot jagung, daun pepaya, saponin, crude saponin

PENDAHULUAN

Kelobot jagung merupakan bahan kemasan yang mudah didapat, murah dan bersifat *biodegradable*. Kelobot jagung di Indonesia banyak digunakan sebagai bahan kemasan makanan tradisional, diantaranya wajit Cililin khas Jawa Barat, dodol Bali khas Denpasar, dan dodol Labusel khas Sumatra Barat. Kelobot jagung yang dapat digunakan sebagai bahan kemasan adalah kelobot jagung dalam keadaan kering. Lapisan terbaik yang digunakan sebagai kemasan dodol adalah lapisan tengah kelobot jagung (Setyowati *et al.* (2007).

Penelitian Dirgantara (2013), kelobot jagung yang diinokulasikan dengan kapang *Penicillium* sp dan *Aspergillus niger* dengan menggunakan media potato dekstrosa agar (PDA) yang diinkubasi selama 2 hari, hasilnya adalah pada permukaan kelobot jagung ditumbuhi koloni kapang mencapai 60-100%.

Kerusakan produk pangan dapat disebabkan oleh kontaminasi mikroba pada permukaan produk maupun bahan kemasannya. Aplikasi agen antimikroba pada bahan kemasan akan sangat berguna dalam mencegah pertumbuhan mikroba pada permukaan produk (Zainab 2009), dengan demikian perlu untuk memperbaiki mutu kelobot jagung misalnya dengan penambahan ekstrak senyawa antikapang sehingga diharapkan dari pengembangan ini mampu untuk mempertahankan mutu dan memperpanjang masa simpan produk dodol.

Salah satu usaha yang dilakukan adalah pengembangan sistem kemasan aktif yaitu kemasan antimikroba. Kemasan antimikroba merupakan kemasan yang dapat menghentikan, menghambat, mengurangi atau memperlambat pertumbuhan mikroba patogen pada makanan dan bahan kemasan (Winarti *et al.* 2012). Beberapa sistem pengemasan antimikroba adalah penambahan senyawa antimikroba ke dalam kemasan maupun bahan pengemas menggunakan senyawa bioaktif, penambahan senyawa antimikroba dengan sistem pencelupan (*dipping*) dan pelapisan senyawa antimikroba pada produk pangan (Mangalassary 2012).

Penggunaan bahan antimikroba alami cenderung meningkat karena konsumen sekarang semakin peduli terhadap kesehatan dan potensi bahaya dari pengawet sintesis

(Suppakul *et al.* 2003). Penggunaan komponen bioaktif, diantaranya saponin, alkaloid dan flavonoid dari suatu tanaman dapat menghambat pertumbuhan mikroba. Salah satu tanaman yang memiliki komponen bioaktif yang bersifat sebagai antimikroba adalah daun pepaya. Ekstraksi daun pepaya menggunakan etanol efektif untuk menghambat pertumbuhan *Bacillus cereus* dan *Candida tropicalis*. Sedangkan ekstraksi daun pepaya dengan pelarut etil asetat dan kloroform efektif menghambat pertumbuhan *Aspergillus flavus* (Baskaran *et al.* 2012). Komponen bioaktif pada tanaman yang efektif menghambat pertumbuhan kapang adalah saponin (Barile *et al.* 2007).

Komponen saponin merupakan metabolit sekunder pada tumbuhan. Secara kimia saponin terdiri dari inti hidrofobik (*sapogenin*) yang memiliki rantai gula yang bersifat hidrofilik terikat. Ada dua jenis struktur dari sapogenin yaitu *triterpenic* dan *steroidal* saponin yang merupakan *triterpene* dan *steroid*. Tanaman *Allium nigrum* mengandung komponen saponin (*aginoside*) yang bersifat sebagai antikapang (Mostafa, *et al.* 2013), dan juga *Capsicum annum* memiliki aktivitas antimikroba yang tinggi pada khamir dan kapang (Lorizzi *et al.* 2002). Beberapa jenis kapang yang memiliki zona penghambatan yang efektif pada ekstrak saponin *Maesa lanceolata* yaitu *Aspergillus fumigatus*, *Cryptococcus neoformans* dan *Candida albicans* (Chapagain *et al.* 2007). Mekanisme aktivitas antikapang dari saponin (*sterol*) yaitu merusak membran kapang dan menyebabkan hilangnya integritas membran karena adanya pembentukan pori-pori pada membran sel (Stuardo dan Ricardo 2008).

Aplikasi kemasan antimikroba banyak digunakan pada produk pangan karena mampu memperlambat pertumbuhan mikroba patogen pada makanan dan bahan kemasan (Winarti *et al.* 2012). Kemasan antimikroba adalah suatu peluang untuk pengemasan aktif yang dapat memperpanjang umur simpan produk pangan. Ekstrak antimikroba dapat digunakan sebagai bahan pengemas, pelapis, pencelup, atau modifikasi pada permukaan bahan kemasan (Mangalassary 2012). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa *edible coating* atau *edible film* dapat bersifat sebagai antimikroba (Winarti *et al.* 2012). Pemilihan ekstrak antimikroba untuk aplikasi kemasan antimikroba penting, karena ekstrak antimikroba dapat bermigrasi ke dalam pangan sehingga membuat produk pangan lebih awet (Lantano *et al.* 2014). Dengan demikian, aplikasi penggunaan komponen bioaktif saponin daun pepaya pada kelobot jagung diharapkan mampu menghambat pertumbuhan kapang kontaminan produk wajit.

Penggunaan ekstrak saponin dan *crude* saponin yang dicelupkan pada kelobot jagung diharapkan dapat berfungsi sebagai kemasan kelobot antikapang dan dapat memperpanjang umur simpan produk dodol. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan komponen bioaktif saponin daun pepaya muda dan daun pepaya tua sebagai antikapang pada kelobot jagung dengan parameter yang diuji adalah cemaran mikroba kelobot jagung angka lempeng total (ALT), angka kapang dan khamir (AKK) dan angka *Aspergillus flavus-paraciticus* (AFPA) dan laju transmisi uap air. Selain itu, dilakukan pengujian mutu kemasan kelobot jagung yang ditambahkan ekstrak saponin dan *crude* saponin, penyimpanan suhu ruang selama 25 hari dengan uji AKK dan ALT.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan utama digunakan dalam penelitian ini adalah daun tua dan muda Carica papaya varietas Calina (IPB 9) yang diperoleh dari Pusat Kajian Hortikultura Tropika (PKHT) Institut Pertanian Bogor, kelobot jagung yang digunakan adalah kelobot jagung *pioneer* P27 varietas Gajah umur panen 95 hari yang diperoleh dari Kebun Cikabayan Institut Pertanian Bogor.

Metode

Pengeringan daun pepaya

Daun pepaya Calina diperoleh dari Pusat Kajian Hortikultura Tropika (PKHT) Institut Pertanian Bogor. Bahan yang digunakan adalah daun pepaya, daun muda dan daun tua. Daun pepaya Calina tua dicuci 2-3 kali dengan air bersih dan dikeringkan menggunakan *cabinet dryer* suhu 50°C selama 20 jam. Daun kering dihaluskan hingga membentuk bubuk dengan menggunakan blender dan disimpan pada wadah tertutup. Kadar air dari bubuk pepaya diukur dengan metode oven (VWR A143 A-143, Sheldon Manufacturing, Inc., Oregon, USA), (AOAC 2005). Pengukuran kadar air pada bubuk daun pepaya tua dan daun pepaya muda dilakukan dengan 3 kali ulangan.

Ekstraksi saponin daun pepaya

Ekstraksi komponensaponin (Ribeiro *et al.*, 2013, serbuk daun pepaya muda dan daun pepaya tua di defatting terlebih dahulu menggunakan soxhlet selama 6 jam dengan pelarut n-heksan. Selanjutnya 25 g daun pepaya tua dan daun muda diekstraksi dengan pelarut etanol (Merck & Co., New Jersey, USA): aquades (v:v) 200 ml dengan metode ekstraksi UAE (*Ultrasonic assisted extraction*) menggunakan alat *Ultrasonic bath* (Branson Ultrasonic Cleaner Model B8510 MTH, Branson Ultrasonic Corporation, Connecticut, USA), selama 30 menit suhu 60°C. Setelah itu, ekstrak disaring, kemudian direduksi dan diuapkan dengan *rotary evaporator* dengan pompa vakum (v-700; BUCHI, Rotavapor R-3) pada suhu 50°C sampai 2/3 volume awal, kemudian ekstrak di cuci dengan kloroform (Merck & Co., New Jersey, USA) 20ml (2x cuci) selanjutnya dipartisi dengan n-butanol (Merck & Co., New Jersey, USA), 20 ml (2x partisi) untuk meningkatkan hasil ekstrak saponin, kemudian dicuci dengan NaOH (NaOH dilarutkan dengan H₂O konsentrasi 3/300ml) untuk memisahkan fraksi butanol dan fraksi air, kemudian ekstrak yang tersisa diuapkan sampai kering menggunakan *rotary evaporator*, selanjutnya ditambahkan air lalu di *freeze dryer*. Setelah di *freeze dried* sampel ditimbang untuk menghitung rendemen ekstrak. Untuk ekstraksi crude saponin adalah ekstrak disaring, kemudian direduksi dan diuapkan dengan *rotary evaporator* dengan pompa vakum pada suhu 50°C sampai 2/3 volume awal, kemudian ekstrak di cuci dengan kloroform, 20ml (2x cuci) dan dipartisi dengan n-butanol, kemudian ekstrak yang tersisa diuapkan sampai kering menggunakan *rotary evaporator*, selanjutnya ditambahkan air lalu di *freeze dryer*. Setelah di *freeze drying* sampel ditimbang untuk menghitung rendemen ekstrak yang diperoleh.

Persiapan kelobot jagung

Kelobot jagung yang digunakan adalah kelobot jagung *pioneer* P27 varietas Gajah dengan umur panen 95 hari yang diperoleh dari kebun Cikaban Departemen Agronomi dan hortikultura IPB. Kelobot jagung yang digunakan adalah kelobot jagung yang lapisan tengah yaitu 5 lembar kelobot yang berada dibagian terluar (Setyowati *et al.* 2007). Pengukuran kadar air dilakukan dengan metode oven (AOAC, 2005). Kelobot jagung kering dicuci bersih dan dikeringkan dengan cabinet dryer suhu 40°C selama 4 jam. Pengukuran kadar air kelobot yaitu 1g kelobot ditimbang dalam cawan yang telah diketahui bobotnya kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 105°C selama 5 jam. Sampel selanjutnya didinginkan dalam desikator dan ditimbang sampai konstan.

Uji cemaran mikroba kelobot jagung

Metode yang digunakan untuk pengujian cemaran mikroba kelobot jagung yaitu uji Angka Lempeng Total (AKK), Angka Kapang Khamir(AKK) dan Angka *Aspergillus flavus* dan *Aspergillus parasiticus* menggunakan metode Wardhani (2008) dengan modifikasi.

Pengujian ALT

Sampel kelobot ditimbang 1 g dimasukkan kedalam botol pengencer yang berisi BPW 0,1%(Oxoid Ltd, Hampshire, UK) 9 ml, divorteks dan diperoleh pengenceran 10^{-1} sampai pengenceran 10^{-4} . 1 ml sampel kelobot dimasukkan ke dalam cawan dan media PCA (Oxoid Ltd, Hampshire, UK), dituang ke dalam cawan petri sebanyak 15 ml, kemudian diratakan. Cawan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24-48 jam dengan posisi cawan terbalik. Jumlah koloni mikroba dihitung dengan standar 25-250 untuk koloni bakteri.

Pengujian AKK

Sampel kelobot ditimbang 1 g dimasukkan kedalam botol pengencer yang berisi BPW 0,1% sebanyak 9 ml, divorteks dan diperoleh pengenceran 10^{-1} sampai pengenceran 10^{-4} . 1 ml sampel kelobot dimasukkan ke dalam cawan dan media PDA (Oxoid Ltd, Hampshire, UK)+kloramfenikol 0,02 g dituang ke dalam cawan petri, sebanyak 15 ml kemudian diratakan. Cawan diinkubasi pada suhu 25-27°C selama 2-5 hari. Jumlah koloni mikroba dihitung dengan standar 25-250 untuk koloni bakteri dan 15-150 untuk koloni kapang.

Pengujian AFPA

Sampel kelobot ditimbang 1 g dimasukkan kedalam botol pengencer yang berisi BPW 0,1% sebanyak 9 ml, divorteks dan diperoleh pengenceran 10^{-1} sampai pengenceran 10^{-4} . 1 ml sampel kelobot dimasukkan ke dalam cawan dan media AFPA (Oxoid Ltd, Hampshire, England)+kloramfenikol 0,02 g dituang ke dalam cawan petri, sebanyak 15 ml kemudian diratakan. Cawan diinkubasi pada suhu 25-27°C selama 2-5 hari. Jumlah koloni

mikroba dihitung dengan standar 25-250 untuk koloni bakteri dan 15-150 untuk koloni kapang. Cara menghitung jumlah koloni dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$N = \frac{\text{jumlah}C}{(1 \times n1) + (0,1 \times n2) + (0,01 \times n3) \times d}$$

Aplikasi ekstrak saponin pada kelobot jagung (Wardhani 2008) dengan modifikasi

Kelobot jagung dicuci dan dibersihkan terlebih dahulu, kemudian dikeringkan dengan menggunakan *cabinet dryer* selama 4 jam suhu 50°C. selanjutnya kelobot jagung dicelupkan ke dalam ekstrak saponin dan crude saponin yang telah dipanaskan pada suhu 60°C selama 5 menit, dengan konsentrasi 1%, 2%, 2,5% (b/v) dicelupkan selama 5 menit dan ditiriskan kemudian dibiarkan ekstraknya menyerap pada permukaan kelobot jagung, lalu dikeringkan pada suhu 50°C menggunakan *cabinet dryer* selama 4 jam.

Uji Transmisi Uap Air

Transmisi uap air diukur berdasarkan metode pada ASTM E96-2000 dengan modifikasi. Sampel kemasan dipotong dalam bentuk silinder dengan diameter 30 mm (kemasan terlebih dahulu dikondisikan dalam desikator selama 2 hari dengan RH 53% pada suhu 25°C). Desikan diletakkan dalam cawan sehingga permukaannya berjarak 3 mm dari kemasan. Tutup cawan diletakkan menghadap ke atas dan cincin logam diletakkan sehingga cincin menekan film dan disekrupkan pada cawan. Cawan kemudian ditimbang dengan ketelitian 0,0001 g dan diletakkan dalam *humidity chamber* ditutup kemudian kipas dinyalakan.

Cawan ditimbang setiap jam dan ditentukan pertambahan berat cawan dan selanjutnya dibuat grafik hubungan antara pertambahan berat (mg) dengan waktu (jam). Nilai WVTR (*Water Vapour Transmission Rate*) laju transmisi uap air dihitung berdasarkan rumus:

$$WVTR = 4,8 \times \frac{m}{t} \text{ (g/m}^2\text{/24 jam)}$$

Dimana m adalah pertambahan berat persatuan luas sampel (mg/cm²), t adalah waktu antara 2 penimbangan (jam).

Pengujian mutu mikrobiologi selama penyimpanan kelobot jagung ALT dan AKK (Wardhani 2008) dengan modifikasi.

Pengujian kelobot jagung selama penyimpanan 25 hari adalah uji ALT (Angka Lempeng Total) dan AKK (Angka Kapang/Khamir). Sampel yang digunakan adalah kelobot jagung yang sudah dicelupkan dengan ekstrak saponin dan crude saponin dengan konsentrasi 1%, 2% dan 2,5%

Analisa Data

Hasil pengukuran dan uji terhadap kemas kelobot jagung dan ekstrak saponin dianalisis secara statistika menggunakan software SPSS versi 22. ANOVA dan Uji T. Uji lanjut Duncan pada taraf kepercayaan 5% digunakan untuk membandingkan nilai rata-rata dari semua uji yang dilakukan terhadap kelobot jagung dan ekstrak saponin.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstrak saponin daun pepaya

Daun pepaya Calina muda segar memiliki kadar air yang lebih tinggi dibandingkan dengan kadar air daun pepaya tua yang segar (Tabel 1). Rendemen bubuk daun pepaya tua lebih besar dibandingkan daun muda. Menurut Anibijuwon dan Udeze (2009), perbedaan kadar air, rendemen bubuk daun pepaya tua dan daun muda dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu lokasi tumbuhnya tanaman, jenis varietas pepaya, musim, cuaca dan waktu pemanenan.

Tabel 1. Kadar air, rendemen daun segar dan rendemen ekstrak crude saponin dan saponin (%)

Parameter	Daun pepaya	
	Daun muda	Daun tua
Kadar air daun segar (%)	85,38±2,77	81,78±0,62
Kadar air daun kering (%)	6,70±0,05	6,62±0,24
Rendemen daun segar (%)	16,17±0,68	21,08±1,09
Rendemen ekstrak saponin (%)	3,18±0,09	1,42±0,08
Rendemen ekstrak crude saponin (%)	12,96±0,26	7,20±0,29

Rendemen ekstrak saponin dan crude saponin daun pepaya muda lebih banyak dibandingkan daun tua (Tabel 1). Selain itu, diperoleh rendemen ekstrak crude saponin yang lebih besar dibandingkan dengan ekstrak saponin. Perbedaan rendemen crude saponin dan saponin diduga dipengaruhi oleh jenis pelarut lanjutan setelah etanol untuk ekstraksinya. Menurut Ribeiro *et al.* (2013), ekstraksi crude saponin dengan pencucian kloroform dan partisi n-butanol (1x) diperoleh komponen yang kaya akan glikosida, saponin dan flavonoid, sedangkan pencucian dengan kloroform, partisi n butanol (3x) dengan pencucian menggunakan NaOH 1% dihasilkan saponin. Adanya komponen bioaktif seperti glikosida, saponin dan flavonoid yang terdapat pada crude saponin menyebabkan rendemen ekstrak crude saponin lebih besar dibandingkan ekstrak saponin (Tabel 1). Menurut Depkes (2000), daun, akar dan kulit batang *Carica papaya* mengandung alkaloid, saponin dan flavonoid. Daun dan akar juga mengandung polifenol dan biji mengandung saponin.

Cemaran Mikroba Kelobot Jagung

Kadar air kelobot jagung (kering) pasca panen yang berasal dari kebun Cikabayan IPB adalah 42,92±0,49%. Kadar air kelobot jagung setelah penyimpanan 30 hari pada suhu ruang adalah 13,83±0,56%. Cemaran mikroba kelobot jagung pada uji Angka Lempeng

Total (ALT), Angka Kapang Khamir (AKK), Angka *Aspergillus flavus-parasiticus* (AFPA) ditunjukkan pada Tabel 2. Cemarkan mikroba kelobot jagung mengalami penurunan nilai ALT, AKK dan AFPA setelah disimpan selama 30 hari pada suhu ruang (Tabel 2). Nilai ALT, AKK dan AFPA pada kelobot jagung pada penyimpanan 30 hari disebabkan adanya perlakuan pembersihan dan pengeringan menggunakan *cabinet dryer* suhu 50°C selama 4 jam. Kemudian, kelobot dikemas dalam plastik dan disimpan selama 30 hari sebelum perlakuan penambahan ekstrak *crude* saponin dan saponin daun pepaya pada kelobot jagung.

Tabel 2 Cemarkan mikroba awal (pasca panen) dan setelah penyimpanan 30 hari kelobot jagung *pioneer p27* varietas Gajah

Parameter	Cemarkan Mikroba (Log CFU/g)
Angka Lempeng Total (ALT) awal	6,34±1,77
ALT setelah penyimpanan 30 hari	4,38±0,87
Angka Kapang Khamir (AKK) awal	5,47±1,33
AKK pasca penyimpanan 30 hari	2,68±0,02
Angka <i>Aspergillus flavus-parasiticus</i> (AFPA) awal	4,29±0,07
AFPA setelah penyimpanan 30 hari	3,69±0,11

Kapang yang umumnya mengkontaminasi jagung adalah *Aspergillus flavus* dan *Aspergillus parasiticus* (Gambar 1) Kedua kapang ini menghasilkan produk metabolit sekunder yang bersifat toksik bagi manusia. Cemarkan aflatoxin pada jagung bergantung pada kondisi lingkungan dan perlakuan pascapanen (Rahayu 2006). Cemarkan *Aspergillus* pada saat budi daya dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain suhu tanah, kelembaban tanah, kandungan unsur hara dalam tanah (Zn dan Ca) serta hama dan penyakit (Rahmianna 2006). *Aspergillus* akan lebih kompetitif jika kelembaban tanah rendah, kelembaban udara tinggi (90-98%) dan suhu tanah 17-42°C. Cemarkan mikroba yang tinggi pada kelobot jagung disebabkan kelembaban udara saat musim panen, sehingga kelobot mengalami kontaminasi *Aspergillus* yang tinggi. Beda halnya dengan kelobot jagung setelah penyimpanan 30 hari dengan kadar air yang rendah karena dibersihkan dan dikeringkan terlebih dahulu sebelum disimpan, ternyata mampu menurunkan jumlah cemarkan mikroba, meski tanpa pemberian ekstrak daun pepaya pada kelobot jagung. Selain cemarkan *Aspergillus*, kapang *Fusarium sp.*, *Trichoderma viride* dan *penicillium sp* juga mengkontaminasi kelobot jagung dan jagung. Kapang ini banyak menyerang produk pertanian salah satunya adalah jagung. Menurut Rahayu (2006). Kapang yang banyak mengkontaminasi jagung dan tongkol jagung adalah kapang *Aspergillus flavus*, *Aspergillus paraciticus*, *Fusarium moniliforme*.



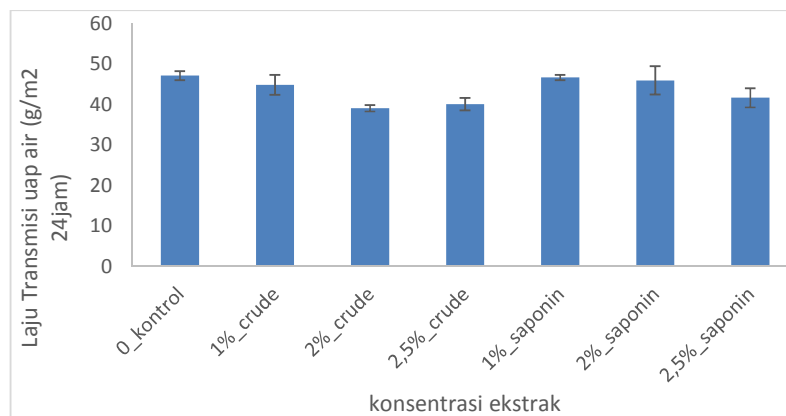
Gambar 1. Cemarkan mikroba kelobot jagung menunjukkan adanya *Aspergillus flavus* dan *Aspergillus parasiticus* pada uji Angka *Aspergillus flavus-parasiticus*



Gambar 2. Cemarkan mikroba kelobot jagung menunjukkan adanya *Aspergillus flavus*, *A.parasiticus* dan *Penicillium sp* pada uji Angka Kapang Khamir (AKK)

Laju Transmisi Uap Air

Laju transmisi uap air pada masing-masing perlakuan dengan penambahan ekstrak *crude* saponin dan saponin konsentrasi 0%, 1%, 2% dan 2,5% dapat dilihat pada Gambar 3. Hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa penambahan ekstrak *crude* saponin dan saponin daun pepaya berpengaruh nyata terhadap nilai laju transmisi uap air kelobot jagung. Uji lanjut duncan, transmisi uap air kelobot jagung penambahan ekstrak menunjukkan perbedaan nyata antara kontrol konsentrasi 0% ($47,12 \pm 1,12^c$ g/m²/24 jam), dan *crude* ekstrak konsentrasi 2% ($39,08 \pm 0,79^a$ g/m²/24 jam); *crude* ekstrak konsentrasi 2,5% ($40,07 \pm 1,51^a$ g/m²/24 jam); saponin konsentrasi 2,5% ($41,65 \pm 2,35^{ab}$ g/m²/24 jam) sedangkan ekstrak *crude* saponin konsentrasi 1% ($44,85 \pm 2,47^{bc}$ g/m²/24 jam); saponin konsentrasi 1% ($46,66 \pm 0,63^c$ g/m²/24 jam); saponin konsentrasi 2% ($45,96 \pm 3,49^c$ g/m²/24 jam) tidak berbeda nyata dengan kontrol konsentrasi 0% (Tabel 1)



Gambar 3. Laju transmisi uap air kelobot jagung yang diaplikasikan pada ekstrak daun pepaya pada hari ke 5 disimpan pada suhu ruang

Penambahan ekstrak *crude* saponin dan saponin daun pepaya pada kelobot jagung dapat menurunkan laju transmisi uap air kelobot jagung. Penurunan laju transmisi uap air kelobot jagung dengan penambahan ekstrak daun pepaya diduga kelobot jagung dengan penambahan ekstrak *crude* saponin dan saponin memiliki nilai permeabilitas atau ketahanan uap air yang rendah. Hal ini diduga karena ekstrak memiliki ukuran molekul yang kecil maka dapat memperkecil volume bebas antar polimer sehingga mempermudah transfer molekul air. Ekstrak dengan ukuran molekul yang kecil akan masuk ke dalam jaringan kelobot jagung lebih banyak sehingga ruang dan kesempatan air terabsorpsi dan memperlambat transfer air dalam kelobot jagung, sehingga kelobot jagung dengan penambahan ekstrak *crude* saponin dan saponin dapat menahan laju uap air lebih efisien.

Menurut Robertson (1993), nilai laju transmisi uap air kelobot jagung varietas *pioneer*, dipengaruhi oleh ketebalan bahan kemasan, tingkat kepolaran dan juga dipengaruhi oleh kerapatan bahan. Diduga kelobot jagung *pioneer* memiliki kerapatan yang besar, kandungan air yang tinggi dan kandungan selulosa yang tinggi sehingga akan memiliki banyak gugus -OH. Gugus -OH yang ada dalam selulosa membentuk suatu ikatan hidrogen, ikatan yang terbentuk akan menghambat masuknya uap air sehingga nilai laju transmisinya rendah. Selain itu kelobot jagung *pioneer* juga memiliki kandungan lemak yang tinggi sehingga akan membuat nilai laju transmisi uap airnya rendah.

Perubahan mutu mikrobiologi kelobot jagung dengan penambahan ekstrak saponin dan *crude* saponin selama penyimpanan 25 hari (ALT dan AKK)

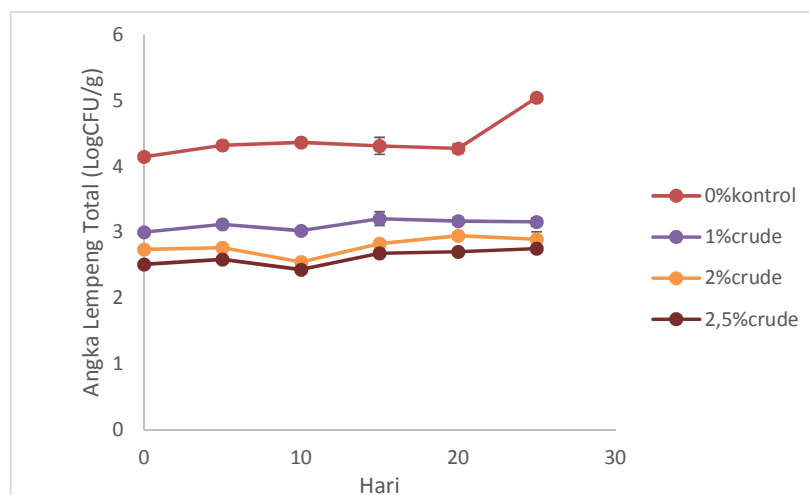
Pencelupan ekstrak *crude* saponin dan saponin pada kelobot jagung dengan konsentrasi 1%; 2% dan 2,5%, selama penyimpanan 25 hari mampu menurunkan nilai ALT (Gambar 4 dan 5) dan AKK (Gambar 6 dan 7) sebesar 1 log. Berdasarkan analisis Anova dengan uji lanjut Duncan bahwa pemberian ekstrak *crude* saponin dan saponin daun pepaya terhadap dua jenis ekstrak menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada konsentrasi 0%

(kontrol) dengan crude 1%; saponin 1%; saponin 2% dan crude 2% (tidak berbeda nyata); dan saponin 2,5% dan crude 2,5% (tidak berbeda nyata) (Gambar 4 dan 5). Pengaruh ekstrak saponin terhadap jumlah ALT dan AKK selama penyimpanan 25 hari, pada uji AKK hari 0 berbeda nyata dengan hari 5; 15; 20; 10 dan untuk hari 25, hari 15 dan hari 20 tidak berbeda nyata.

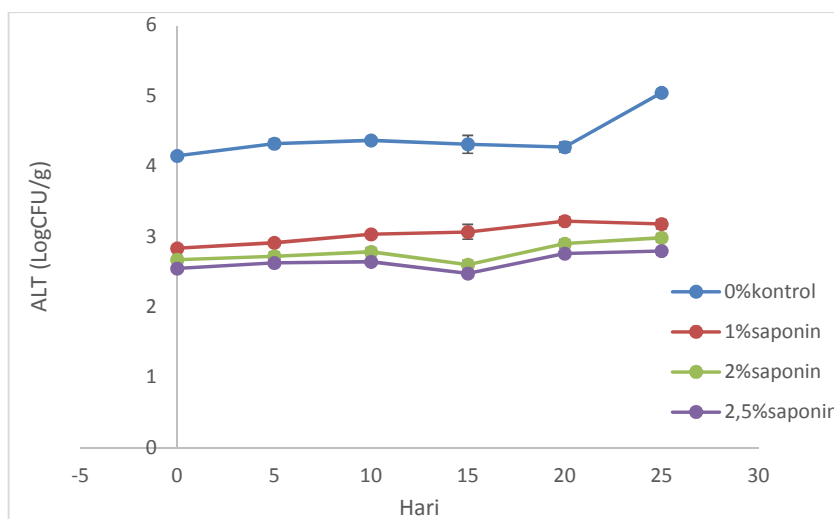
Kelobot jagung dengan penambahan ekstrak *crude* saponin dan saponin daun pepaya konsentrasi 1%, 2% dan 2,5% pada penyimpanan hari 0 sampai hari 25 memiliki cemaran mikroba yang lebih rendah dibandingkan dengan kelobot jagung tanpa penambahan ekstrak (konsentrasi 0%). Hal ini disebabkan karena kelobot jagung tidak memiliki sifat sebagai antimikroba sehingga lebih mudah ditumbuhi kapang.

Cemaran mikroba pada kelobot jagung tanpa penambahan ekstrak konsentrasi 0% (dibersihkan dan dikeringkan terlebih dahulu hingga kadar airnya 7-8 %) memiliki cemaran lebih rendah dibandingkan kelobot jagung penyimpanan 30 hari tanpa perlakuan (dibersihkan dan dikeringkan) sebelum disimpan.

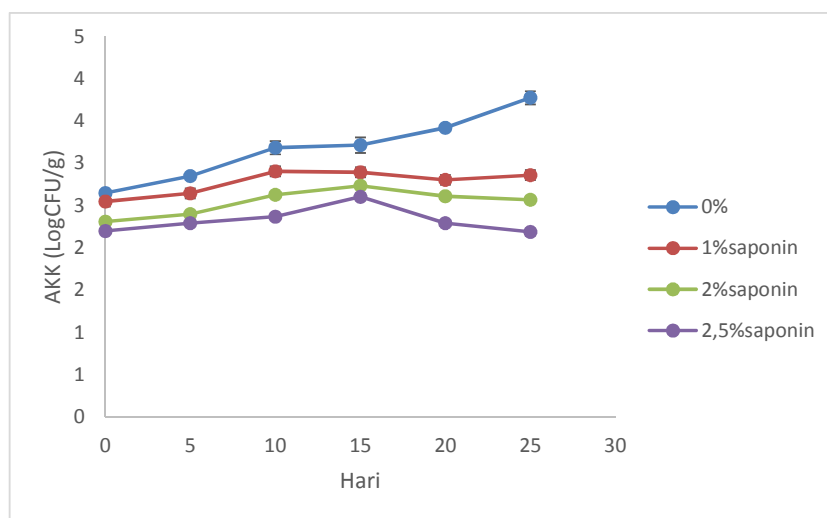
Menurut Rebiero et al. (2013), ekstrak saponin dan crude saponin pada tanaman *Agave sisalana* dan *Ziziphus joazeiro* dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Salmonella* dan bakteri yang mengkontaminasi pangan. Saponin memiliki sifat antikapang yang akan berinteraksi dengan membran plasmid sterol, ergosterol dan menimbulkan adanya pori-pori dan hilangnya integritas suatu membran kapang (Ribeiro et al. 2013).



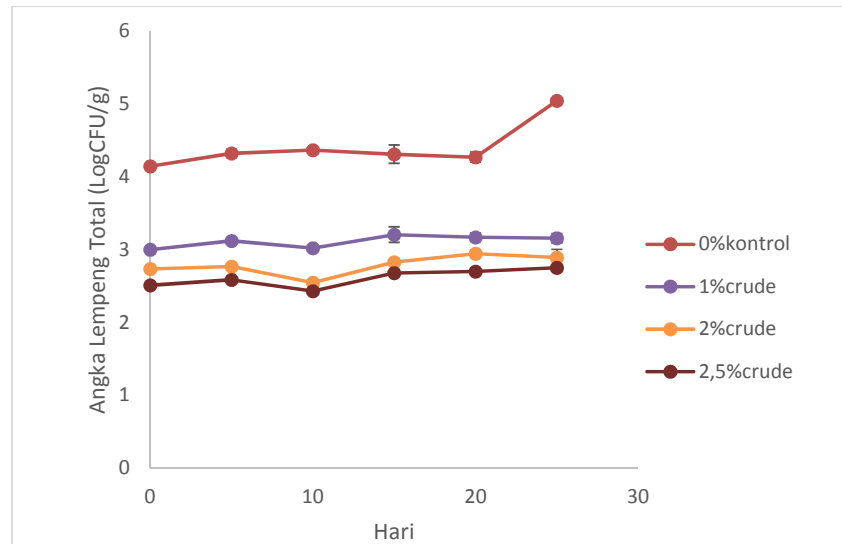
Gambar 4. Angka Lempeng Total pada kelobot jagung dengan penambahan ekstrak *crude* saponin selama penyimpanan 25 hari pada suhu ruang (37°C)



Gambar 5. Angka Lempeng Total pada kelobot jagung dengan penambahan ekstrak saponin selama penyimpanan 25 hari pada suhu ruang (37°C)



Gambar 6. Angka kapang khamir pada kelobot jagung dengan penambahan ekstrak saponin selama penyimpanan 25 hari pada suhu ruang (28°C)



Gambar 7. Angka kapang khamir pada kelobot jagung dengan penambahan ekstrak *crude* saponin selama penyimpanan 25 hari pada suhu ruang (28°C)

Senyawa antimikroba yang digunakan pada kemasan umumnya berasal dari ekstrak tanaman seperti ekstrak daun, rempah-rempah, bakteriosin dan lain-lain (Campos et al. 2011). Bahan antimikroba ekstrak tanaman dapat meningkatkan daya simpan suatu produk pangan. Selain itu, bahan kemasan yang berasal dari komponen bioaktif tanaman dapat memperbaiki kualitas bahan kemasan maupun kemasan dan dapat menghambat bakteri pembusuk dan mengurangi risiko kesehatan. Penggunaan bahan antimikroba dari bahan alami juga lebih aman dibandingkan bahan antimikroba sintetis (Rojas-Grau et al. 2008).

KESIMPULAN

Penambahan ekstrak saponin dan *crude* saponin daun pepaya pada kelobot jagung dengan konsentrasi 1%, 2% dan 2,5% mampu memberi efek penghambatan yang baik (menurunkan 1 log) terhadap jumlah ALT dan AKK kelobot jagung. Penambahan ekstrak saponin dan *crude* saponin mampu menurunkan laju transmisi uap air kelobot jagung, sehingga penambahan ekstrak saponin dan *crude* saponin mampu memperbaiki mutu kelobot jagung sebagai pengemas wajit tradisional.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi NA, Iqbal Z, Maqbool M, Hafiz IA. 2009. Postharvest quality of mango (*Mangifera indica* L.) fruit as affected by chitosan coating. *Pak. J. Bot.*, 41(1): 343-357.
- Aini, Nur Fitria, Nurila Ciptaning Sidi, Rina Kartika Safitri, Annisa Nur Hasanah, dan Titis Risni. Tempe Daun Pepaya Sebagai Alternatif Terapi Untuk Penderita Kanker. 2013. *Jurnal Teknosains Pangan* Vol 2: 4.

- Anibijuwon II, Udeze AO. 2009. Antimicrobial activity of *Carica papaya* (paw-paw leaf) on some pathogenic organism of clinical origin from South-Western Nigeria. *Ethnobotanical Leaflets* 13:850-864.
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemistry. 2005. Official Method of Analysis. Association of Official Analytical Chemistry. Washington DC (US): AOAC.
- Barile E, Giuliano B, Vincenzo A, Behzad Z, S Ebrahim S, Felice S, Virginia L. 2007. Saponins from *Allium minutiflorum* with antifungal activity. *Phytochemistry* 68 (2007) 596-603.
- Baskaran C, V Ratha bai, S Velu and K Kumaran. 2012. The efficacy of *Carica papaya* leaf extract on some bacterial and a fungal strain by well diffusion method. *Asian Pasific Journal of Tropical Disease* (2012) S658-S662.
- Chapagain BP, Zeev W, Leah TL. 2007. In vitro of the antifungal activity of saponin-rich extracts against prevalent phytopathogenic fungi. *Industrial Crops and Product* (ts 262007) 109-115.
- Cheok, C.V., N.L. Chin., Y.A. Yusof, R.A. Taib, and C.L. Law. 2013. Optimization of total monomeric anthocyanin (TMA) and total phenolic content (TPC) extraction from mangosteen (*Garcinia mangostana* Linn) hull using ultrasonic treatments. *Industrial Crops and Product*, 50.1-7.
- Campos, C.A., L.N. Greshcenson, and S.K. Flores. 2011. Development of edible films and coatings with antimicrobial activity. *Food Bioprocess Technol.* 4: 849–875.
- Departemen Kesehatan dan Kesejahteraan Sosial RI. 2000. Inventaris Tanaman Obat Indonesia (I). Jakarta.
- Dirgantara M. 2013. Pembuatan dan karakterisasi biokomposit kelobot jagung dan LLDPE dengan metode *Hot Press*. (skripsi), Departemen Fisika FMIPA IPB. Bogor.
- Lantano C, Ilaria A, Antonella C, Claudio C, Andrea L, Nicola Z, Angelo M. 2014. Natamycin based sol-gel antimicrobial coatings on polyactic acid films for food packaging. *Food Chemistry* 165 [2014] 342-347.
- Lorizzi, M., V. Lanzotti, De Marino, S. Ranalli, G., and Zollo, F. (2002). Antimicrobial furostanol saponins from the seeds of *Capsicum annum* L, Var. *Acumintum*, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 4310-4316.
- Mangalassary S. 2012. Antimicrobial food packaging to enhance food safety : Current developments and future challenges. *Food Process Technol* 2012,3:5.
- Mostafa, A., Sudisha, J., El-Sayed, M., Ito, S., I, Yamauchi, N., Shigyo, M., et al. 2013. Aginoside saponin, a potent antifungal compound, and secondary metabolite analyses from *Allium nigrum* L., *Phytochemistry Letters.*, 6, 274-280.
- Rahayu, E.S. 2006. Hasil-hasil penelitian aflatoksin. Makalah disampaikan dalam pertemuan Forum Aflatoksin Indonesia, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 24 Februari 2006.
- Rahmianna, A.A. 2006. Aflatoksin pada kacang tanah dan usaha untuk mengendalikannya. Makalah disampaikan dalam pertemuan Forum Aflatoksin Indonesia, , Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 24 Februari 2006.

- Robertson, G. L. 1993. Food Packaging : Principle and Practice. Marcel Dekker, Inc, New York.
- Rojas-Grau, M.A., M.S. Tapia, and O. Martin-Belloso. 2008. Using polysaccharide-based edible coating to maintain quality of fresh cut Fuji apples. *LWT* 41: 139–147.
- Setyowati K, Anis AA and Sugiarto. 2007. Karakterisasi sifat fisiko kimia dan mekanis kelobot sebagai bahan kemasan. *J. Tek. Ind. Pert.* Vol, 16(3), 119-124, 2007.
- Stuardo M, Ricardo SM. 2008. Antifungal properties of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) alkali treated saponins against *Botrytis cinerea*. *Industrial Crops and Products* 27(2008): 296-302.
- Suppakul P, Miltz J, Sonneveld K, Bigger SW. 2003. Active packaging technologies with and emphasis on antimicrobial packaging and its applications. *J. Food Sciences*. 68:408-420.
- Winarti C, Miskiyah dan Widaningrum. 2012. Teknologi produksi dan aplikasi pengemas edible antimikroba berbasis pati. *J. Litbang Pertanian*. Vol. 31. No.3 September 2012:85-93.
- Zainab, F. 2009. Pengembangan kemasan antimikrobia berbahan alami untuk memperpanjang umur simpan produk. (thesis). Program Magister Teknologi Industri Pertanian, Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Chen, C.Y. P.L. Kuo, Y.H. Chen, J.C. Huang, M.L. Oh, R.J. Lin, J.S. Chang, H.M. Wang. 2010. Tyrosinase inhibition free radical scavenging, antimicroorganism and anticancer proliferation activities of *Sapindus mukorossi* extracts, *J. Taiwan Inst. Chem. Eng.* 41 (2010) 129–135.

UJI ORGANOLEPTIK TEPUNG DAN BROWNIES BERBAHAN DASAR TEPUNG MOCAF (*Modified Cassava Flour*) TERFORTIFIKASI KALSIMUM DARI CANGKANG TELUR AYAM RAS

*Organoleptic Test on Flour and Brownies based
Mocaf (modified cassava flour) Fortified Calcium from Egg Shells*

Wulandari Meikawati^{1*}, Agus Suyanto²

¹Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah Semarang
Jl. Kedungmundu Raya 18 Semarang

² Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan
Universitas Muhammadiyah Semarang
Jl. Kedungmundu Raya 22 Semarang

email: agussuyanto.kh@unimus.ac.id

ABSTRACT

The dominance of wheat flour in the national food source map is very alarming. Imports of wheat which amounts to millions of tons annually broad impact that caused the Indonesian nation has no longer self-sufficiency in food. MOCAF is a product of flour from Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) is processed by the principle of modifying the cells in the fermentation, that has a whiter color than ordinary Cassava flour and neutral flavor. Shell eggs is one of the calcium-containing waste is quite high, so it can be used as fortificant on groceries. This study aims to determine the level of preference and quality of the flour and flour-based brownies are fortified MOCAF calcium from egg shells. MOCAF calcium fortified flour served in various concentrations of 0%, 5%, 10%, 15%, 20% and 25%. The results showed that the organoleptic value of wheat flour that includes color, tenderness and flavor of the higher grades MOCAF organoleptic flour, the level, brownies MOCAF flour higher than wheat flour brownies. The average level of preference MOCAF flour brownies with substitutes variation eggshell shell flour 5% -25% above the average level of preference wheat flour brownies. MOCAF flour brownies with egg shell flour variation 5% has the highest. The level brownies that include color, texture, flavor, aroma, and consistency of the brownies MOCAF above the level of preference of wheat flour brownies. Hedonic quality assessment of wheat flour is higher than the hedonic quality MOCAF flour. The average value of the hedonic quality of wheat flour brownies with ingredients lower if compared with MOCAF flour

Key word: Organoleptic, Brownies, MOCAF

ABSTRAK

Dominasi tepung gandum dalam peta sumber pangan nasional sangat memprihatinkan. Impor gandum yang jumlahnya mencapai jutaan ton setiap tahunnya berdampak luas yang menyebabkan bangsa Indonesia tidak memiliki lagi kemandirian dalam bidang pangan. MOCAF merupakan produk tepung dari singkong (*Manihot esculenta* Crantz) yang diproses dengan prinsip memodifikasi sel singkong secara fermentasi sehingga memiliki warna yang lebih putih dari tepung singkong biasa dan cita rasa netral. Cangkang telur ayam ras merupakan salah satu limbah yang mengandung kalsium cukup tinggi, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai fortifikan pada bahan makanan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kesukaan dan mutu

terhadap tepung dan kue brownies berbahan dasar tepung MOCAF yang terfortifikasi kalsium dari cangkang telur ayam ras. Tepung MOCAF terfortifikasi kalsium disajikan dalam berbagai konsentrasi yaitu 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan 25%. Uji organoleptik dilakukan pada 20 orang panelis semi terlatih dan dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai organoleptik tepung gandum yang meliputi warna, kelembutan dan aroma lebih tinggi dari nilai organoleptik tepung MOCAF, tingkat kesukaan brownis tepung MOCAF lebih tinggi dibanding brownis tepung gandum. dan rata-rata tingkat kesukaan brownis tepung MOCAF dengan variasi substitusi tepung cangkang kulit telur 5%-25% di atas rata-rata tingkat kesukaan brownis tepung gandum. Brownis tepung MOCAF dengan substitusi tepung cangkang kulit telur 5% memiliki kesukaan paling tinggi. Penerimaan tingkat kesukaan brownis yang meliputi warna, tekstur, rasa, aroma, dan konsistensi pada brownis tepung MOCAF di atas tingkat kesukaan brownis tepung gandum. Penilaian mutu hedonik tepung gandum lebih tinggi dibandingkan dengan mutu hedonik tepung MOCAF. Nilai rata-rata mutu hedonik brownis dengan bahan tepung gandum lebih rendah jika dibanding dengan tepung MOCAF

Kata kunci : organoleptik, Brownis, MOCAF

PENDAHULUAN

Dominasi tepung gandum dalam peta sumber pangan nasional sangat memprihatinkan. Impor gandum yang jumlahnya mencapai jutaan ton setiap tahunnya, telah menyedot devisa bangsa Indonesia dalam jumlah sangat besar. kondisi tersebut berdampak luas yang menyebabkan bangsa Indonesia tidak memiliki lagi kemandirian dalam bidang pangan. Hal tersebut saat ini diperparah oleh kenaikan harga tepung gandum yang terus menerus dan cenderung tidak terkendali. Akibatnya banyak usaha makanan berbasis tepung gandum gulung tikar (Samsul Hadi, 2009).

Berdasar hal tersebut maka dikembangkan bahan makanan berbasis tepung singkong yang sudah dimodifikasi yaitu *Modified Cassava Flour* (MOCAF). MOCAF merupakan produk tepung dari singkong (*Manihot esculenta* Crantz) yang diproses menggunakan prinsip memodifikasi sel singkong secara fermentasi dengan menggunakan mikrobial BAL (Bakteri Asam Laktat) yang menjadikan tepung MOCAF memiliki warna yang lebih putih dari tepung singkong biasa dan cita rasa netral dimana mampu menutupi cita rasa singkong sampai 70%. MOCAF dapat digunakan sebagai bahan baku dari berbagai jenis makanan, mulai dari mie, bakery, cookies hingga makanan semi basah. Kue brownish, kue kukus dan *sponge cake* dapat dibuat dengan berbahan baku MOCAF sebagai campuran tepungnya hingga 80%. MOCAF juga dapat menjadi bahan baku beragam kue kering, seperti cookies, nastar, dan kastengel. (Samsul Hadi^b. 2009)

Cangkang telur ayam ras merupakan salah satu limbah yang mengandung kalsium cukup tinggi (kalsium karbonat 98,43% dan kalsium fosfat sebanyak 0,75%), sehingga dapat dimanfaatkan sebagai fortifikan pada bahan makanan (Rois Mansur, 2010). Cangkang telur ayam ras juga mudah kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari sehingga lebih mudah mendapatkannya. Banyaknya perusahaan roti di wilayah kota Semarang tentu akan banyak menghasilkan limbah telur ayam ras yang dapat dijadikan sebagai sumber kalsium untuk difortifikasi pada tepung MOCAF.

BAHAN DAN METODE

Bahan utama yang digunakan adalah tepung MOCAF, terigu dan tepung cangkang telur ayam ras. Singkong yang digunakan adalah jenis Manggu yang berumur 9-10 bulan (Windi, 2013) yang diperoleh dari Weleri Kabupaten Kendal dan Kabupaten Grobogan, sedangkan cangkang telur ayam ras diperoleh dari toko roti Kafina. Bahan lain yang digunakan untuk pembuatan brownies adalah mentega, coklat, dan telur.

Penelitian utama adalah uji mutu dan kesukaan pada tepung MOCAF dan produk (brownies) yang ditambahkan tepung cangkang telur ayam ras dengan 5 perlakuan terdiri dari penambahan 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% dan kontrol (0% dan terigu). Uji kesukaan produk tepung meliputi warna, kelembutan dan aroma, sedangkan pada produk brownies meliputi warna, tekstur, rasa, aroma dan konsistensi yang diukur menggunakan skala 1-5 (1=tidak suka, 2=agak suka, 3=suka, 4=sangat suka, 5=amat sangat suka). Uji mutu hedonik produk tepung meliputi warna, tekstur dan aroma, sedangkan pada produk brownies meliputi warna, tekstur, rasa, aroma dan konsistensi. Alat pengujian kesukaan dan mutu menggunakan kuesioner dan alat tulis. Panelis uji organoleptik sebanyak 20 orang panelis semi terlatih yang berasal dari mahasiswa prodi teknologi pangan

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Uji Tingkat Kesukaan

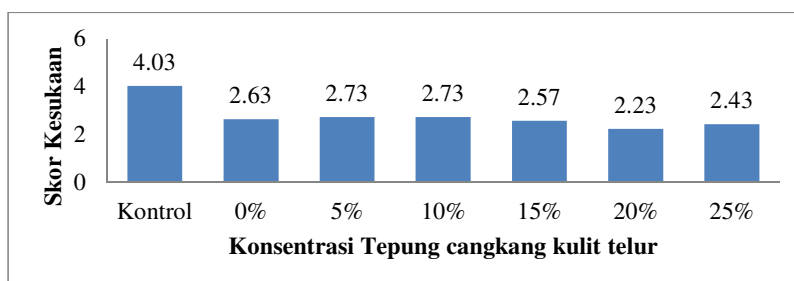
a. Tingkat Kesukaan Tepung MOCAF

Hasil uji kesukaan tepung sebagai bahan baku pembuatan brownis, tepung mocaf dengan pembanding tepung gandum dapat dilihat pada Tabel 1. Nilai organoleptik tepung gandum yang meliputi warna, kelembutan dan aroma lebih tinggi dari nilai organoleptik tepung mocaf, demikian juga tepung mocaf yang disubstitusi tepung cangkang kulit telur.

Rata-rata nilai organoleptik uji kesukaan terhadap tepung gandum sebagai kontrol adalah 4,03, sedangkan tepung mocaf dengan variasi substitusi tepung cangkang kulit telur berkisar 2,23-2,73. Hasil selengkapnya seperti terlihat pada Gambar 1.

Tabel. 1 Hasil uji kesukaan pada tepung mocaf yang disubstitusi tepung cangkang kulit telur dengan pembanding tepung gandum sebagai kontrol.

Nilai organoleptik	Persentase tepung cangkang kulit telur						
	Kontrol	0%	5%	10%	15%	20%	25%
Warna	4,2	2,6	2,9	2,8	2,3	2	2,3
Kelembutan	4	3	3	3,2	3,1	2,4	2,8
Aroma	3,9	2,3	2,3	2,2	2,3	2,3	2,2
Jumlah	12,1	7,9	8,2	8,2	7,7	6,7	7,3
Rata-rata	4,03	2,63	2,73	2,73	2,57	2,23	2,43



Gambar 1. Tingkat kesukaan pada tepung mocaf yang disubstitusi tepung cangkang kulit telur dengan pembandingan tepung gandum sebagai kontrol.

Hasil uji Friedman pada tepung gandum dan tepung mocaf untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan didapatkan nilai signifikansi 0,000 ($0,000 < 0,01$) atau terdapat perbedaan sangat nyata baik pengujian terhadap warna, konsistensi, dan aroma tepung. Namun, pada variasi pencampuran tepung cangkang kulit telur pada tepung mocaf hanya pada nilai organoleptik warna dan konsistensi (p signifikansi $< 0,05$), sedangkan pada nilai kesukaan secara organoleptik pada aroma tidak berpengaruh nyata (p signifikansi $> 0,05$). Hasil selengkapnya Uji Friedman dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai signifikansi tingkat Kesukaan hasil uji Friedman Pengaruh penambahan tepung cangkang kulit telur pada tepung mocaf.

No	Jenis penilaian organoleptik	Signifikansi Mocaf	Signifikansi Gandum-Mocaf-substitusi cangkang kulit telur
1	Warna	0,000	0,001
2	Konsistensi	0,000	0,016
3	Aroma	0,000	0,965

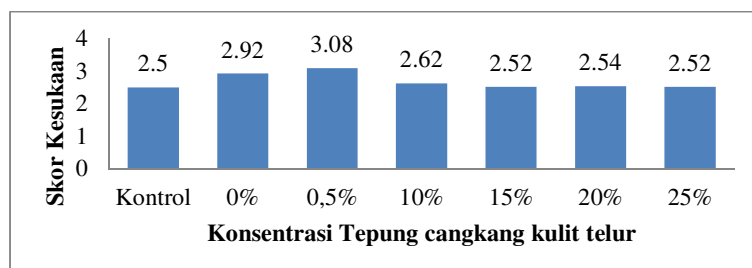
b. Tingkat Kesukaan Brownies

Uji organoleptik tingkat kesukaan (preferent test) terhadap brownis tepung mocaf dengan pembandingan (kontrol) tepung gandum menunjukkan tingkat kesukaan brownis tepung mocaf lebih tinggi dibanding brownis tepung gandum dengan nilai kesukaan 2,92 dibanding 2,5, dan rata-rata tingkat kesukaan brownis tepung mocaf dengan variasi substitusi tepung cangkang kulit telur 5%-25% di atas rata-rata tingkat kesukaan brownis tepung gandum. Brownis tepung mocaf dengan substitusi tepung cangkang kulit telur 5% memiliki kesukaan paling tinggi yaitu 3,08.

Tabel 3. Hasil uji tingkat kesukaan brownis tepung mocaf dengan penambahan tepung cangkang kulit telur

Jenis penilaian	Persentase tepung cangkang kulit telur						
	Kontrol	0%	5%	10%	15%	20%	25%
Warna	2,2	3,2	3,3	3,1	2,7	2,6	2,5
Tekstur	2,2	2,9	2,9	2,5	2,4	2,4	2,4
Rasa	2,8	2,5	2,8	2,5	2,4	2,3	2,5
Aroma	2,6	2,9	3,4	2,5	2,5	2,6	2,6
Konsistensi	2,7	3,1	3	2,5	2,6	2,8	2,6
Jumlah	12,5	14,6	15,4	13,1	12,6	12,7	12,6
Rata-rata	2,5	2,92	3,08	2,62	2,52	2,54	2,52

Penambahan tepung cangkang kulit telur justru meningkatkan daya terima brownis seperti terlihat pada gambar. Parameter penerimaan tingkat kesukaan brownis yang meliputi warna, tekstur, rasa, aroma, dan konsistensi pada brownis tepung mocaf di atas tingkat kesukaan brownis tepung gandum. Hal ini karena dalam pembuatan brownis tidak membutuhkan tepung yang memiliki kandungan gluten tinggi (Astawan , 2009).



Gambar 2. Tingkat kesukaan brownis tepung mocaf dengan penambahan tepung cangkang kulit telur.

Hasil uji Friedman terhadap pengaruh perbedaan bahan utama brownis yaitu tepung gandum dan tepung mocaf menunjukkan terdapat perbedaan pada warna, tekstur, dan aroma, sedangkan rasa dan konsistensi tidak menunjukkan perbedaan. Hal ini menunjukkan bahwa tepung mocaf potensial bisa menggantikan tepung gandum dalam pembuatan brownis.

Hasil uji Friedman terhadap pengaruh penambahan berbagai konsentrasi tepung cangkang kulit telur pada brownis dengan tepung mocaf menunjukkan terdapat perbedaan nyata pada warna, dan aroma, sedangkan tekstur, rasa, dan konsistensi tidak menunjukkan perbedaan. Hal ini juga menunjukkan penambahan tepung cangkang kulit telur bisa menjadi substitusi tepung dalam pembuatan brownis, sehingga diharapkan nilai gizi brownis dapat ditingkatkan terutama kandungan kalsium sebagai sumber mineral bagi tubuh.

Tabel 4. Nilai signifikansi tingkat kesukaan Pengaruh penambahan tepung cangkang kulit telur pada brownis tepung mocaf.

No	Jenis penilaian organoleptik	Signifikansi Mocaf	Gandum-	Signifikansi Mocaf-substitusi cangkang kulit telur
1	Warna	0,000		0,010
2	Tekstur	0,090		0,090
3	Rasa	0,491		0,728
4	Aroma	0,009		0,005
5	Konsistensi	0,238		0,197

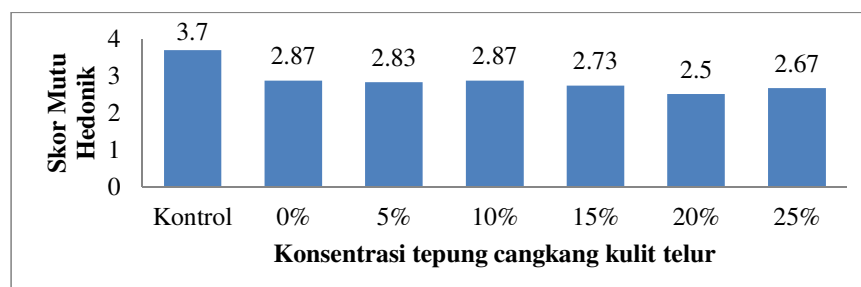
2. Uji Mutu Hedonik

a. Mutu Hedonik Tepung Mocaf

Mutu hedonik dalam uji organoleptik akan memberikan kesan lebih spesifik yaitu kesan baik atau buruk, tidak sekedar suka atau tidak suka seperti halnya uji tingkat kesukaan. Uji organoleptik terhadap mutu hedonik tepung terdiri dari warna (coklat ke putih), kelembutan (lembut ke kasar), dan aroma (bau asam ke tidak berbau). Dalam penilaian Mutu hedonik tepung gandum lebih tinggi dibandingkan dengan mutu hedonik tepung mocaf sebagai bahan baku pembuatan brownis dengan perbandingan 3,70 dibanding 2,87. Mutu hedonik tepung mocaf yang merupakan rata-rata dari komposit warna, kelembutan, dan aroma cenderung turun dengan semakin banyaknya tepung cangkang kulit telur mulai dari 2,87-2,5. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 5. Tingkat Mutu Hedonik tepung mocaf yang disubstitusi tepung cangkang kulit telur dengan pembanding tepung gandum sebagai kontrol.

Jenis Penilaian	Persentase cangkang kulit telur						
	Kontrol	0%	5%	10%	15%	20%	25%
Warna	3,7	2,7	2,7	2,5	2,7	2,3	2,5
Kelembutan	3,6	3,1	3	3,4	3	2,6	3,1
Aroma	3,8	2,8	2,8	2,7	2,5	2,6	2,4
Jumlah	11,1	8,6	8,5	8,6	8,2	7,5	8
rata-rata	3,70	2,87	2,83	2,87	2,73	2,50	2,67



Gambar 3. Tingkat Mutu Hedonik tepung mocaf yang disubstitusi tepung cangkang kulit telur dengan pembandingan tepung gandum sebagai kontrol.

Hasil uji statistik non parametrik metode Friedman untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan menunjukkan terdapat perbedaan sangat nyata antara tepung gandum dan tepung mocaf (signifikansi $0,000 < 0,01$) baik mutu hedonik warna, konsistensi, maupun aroma. Uji Friedman pada tepung mocaf dengan substitusi tepung cangkang kulit telur berbeda nyata pada mutu hedonik konsistensi, sedangkan mutu hedonik warna dan aroma tidak berbeda nyata.

Tabel 6. Nilai signifikansi Mutu Hedonik tepung gandum dengan tepung mocaf dan tepung mocaf dengan substitusi tepung cangkang kulit telur.

No	Jenis penilaian organoleptik	Signifikansi Mocaf	Gandum-Substitusi Mocaf	Signifikansi Mocaf - Cangkang kulit telur
1	Warna	0,000		0,157
2	Konsistensi	0,000		0,020
3	Aroma	0,000		0,163

b. Mutu Hedonik Brownies

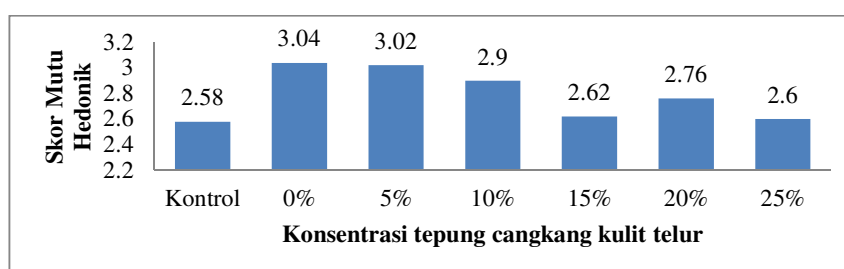
Uji organoleptik terhadap Mutu hedonik brownis yang meliputi warna (coklat ke coklat kehitaman), tekstur (bantat ke lembut), rasa (tidak manis ke manis), aroma (coklat lemah ke coklat kuat), dan konsistensi (remah ke kompak). Nilai rata-rata mutu hedonik brownis dengan bahan tepung gandum lebih rendah jika dibanding dengan tepung mocaf dengan perbandingan 2,58 dan 3,04

Tabel 7. Tingkat Mutu Hedonik Brownis tepung mocaf yang disubstitusi tepung cangkang kulit telur dengan pembandingan tepung gandum sebagai kontrol.

Jenis penilaian	Persentase cangkang kulit telur						
	Kontrol	0%	5%	10%	15%	20%	25%
Warna	2,1	3,7	3,4	3,3	2,6	2,9	2,1
Tekstur	2,2	3	2,6	3	2,7	2,5	3
Rasa	2,9	2,9	3,1	2,8	2,8	2,9	3
Aroma	2,3	2,6	3,1	2,5	2,3	2,3	2,5

Konsistensi	3,4	3	2,9	2,9	2,7	3,2	2,4
Jumlah	12,9	15,2	15,1	14,5	13,1	13,8	13
rata-rata	2,58	3,04	3,02	2,9	2,62	2,76	2,6

Seperti terlihat pada gambar mutu hedonik brownis tepung gandum 2,58 dan brownis tepung mocaf berkisar 2,6-3,04 dengan kecenderungan semakin tinggi substitusi tepung cangkang kulit telur nilai mutu hedonik semakin rendah.



Gambar 4. Tingkat Mutu Hedonik Brownis tepung mocaf yang disubstitusi tepung cangkang kulit telur dengan pembandingan tepung gandum sebagai kontrol.

Tabel 8. Nilai signifikansi Mutu Hedonik brownis tepung gandum dengan tepung mocaf dan tepung mocaf dengan substitusi tepung cangkang kulit telur.

No	Jenis penilaian organoleptik	Signifikansi Mocaf	Gandum-Substitusi	Signifikansi Mocaf-Substitusi cangkang kulit telur
1	Warna	0,000		0,000
2	Tekstur	0,029		0,222
3	Rasa	0,889		0,827
4	Aroma	0,057		0,043
5	Konsistensi	0,004		0,034

Hasil uji Friedman pada brownis tepung gandum dan tepung mocaf terdapat perbedaan yang nyata pada mutu hedonik warna, tekstur, aroma, dan konsistensi, sedangkan mutu hedonik rasa tidak berbeda nyata. Hasil uji Friedman terhadap mutu hedonik pada brownis tepung mocaf dengan substitusi tepung cangkang kulit telur terdapat perbedaan pada mutu hedonik warna, aroma, dan konsistensi, sedangkan mutu hedonik tekstur dan rasa tidak berbeda nyata.

KESIMPULAN

Hasil uji Friedman menunjukkan pengaruh perbedaan bahan utama brownis yaitu tepung gandum dan tepung mocaf menunjukkan terdapat perbedaan pada warna, tekstur, dan aroma, sedangkan rasa dan konsistensi tidak menunjukkan perbedaan. Hal ini menunjukkan bahwa tepung mocaf potensial bisa menggantikan tepung gandum dalam pembuatan brownies.

Hasil uji Friedman pengaruh penambahan berbagai konsentrasi tepung cangkang kulit telur pada brownies dengan tepung mocaf menunjukkan terdapat perbedaan nyata pada warna, dan aroma, sedangkan tekstur, rasa, dan konsistensi tidak menunjukkan perbedaan. Hal ini juga menunjukkan penambahan tepung cangkang kulit telur bisa menjadi substitusi tepung dalam pembuatan brownis, sehingga diharapkan nilai gizi brownies dapat ditingkatkan terutama kandungan kalsium sebagai sumber mineral bagi tubuh.

Hasil uji Friedman pada brownies tepung gandum dan tepung mocaf terdapat perbedaan yang nyata pada mutu hedonik warna, tekstur, aroma, dan konsistensi, sedangkan mutu hedonik rasa tidak berbeda nyata.

Hasil uji Friedman terhadap mutu hedonik pada brownies tepung mocaf dengan substitusi tepung cangkang kulit telur terdapat perbedaan pada mutu hedonik warna, aroma, dan konsistensi, sedangkan mutu hedonik tekstur dan rasa tidak berbeda nyata.

DAFTAR PUSTAKA

- Astawan, Made. 2009. Panduan Karbohidrat Terlengkap. Jakarta: Dian Rakyat
- Rois Mansur A. 2010. Mahasiswa UGM Manfaatkan Limbah Cangkang Telur Menjadi Pakan Unggas. <http://indonesiaproud.wordpress.com/> diakses tanggal 2 Maret 2013
- Samsul Hadi^a. 2009. Mentan Canangkan Percepatan Produksi Tepung Fermentasi dan Deklarasi Kemandirian Tepung Nasional . <http://gakoptri.wordpress.com/> diakses tanggal 5 April 2013
- Samsul Hadi^b. 2009. MOCAL Bahan Pangan Lokal Berkualitas, sebagai alternatif pengganti BERAS dan TERIGU. Solusi BERMARTABAT untuk Ketahanan Pangan Bangsa. <http://gakoptri.wordpress.com/> diakses 12 Pebruari 2013
- Nila Puspitasari. 2009. Penentuan Kadar Kalsium berbagai Jenis Kulit Telur melalui Perendaman dalam Asam Cuka sebagai Alternatif Sumber Belajar Kimia SMA/MA pada Materi pokok Kimia Unsur. Thesis. UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
- Windi L, Ratna, Syaiful, Yuwono, Syafnijal. 2011. Pilihan Varietas untuk Mocaf. <http://www.agrina-online.com/index.php> diakses 25 Mei 2014

KARAKTERISTIK SERBUK PEWARNA ALAMI DARI DAUN SUJI (*Pleomele angustifolia* N.E. Brown)

Characteristics of Natural Green Colorant Powder from Suji Leaf (Pleomele angustifolia N.E. Brown)

Dias Indrasti^{a,*}, Nuri Andarwulan^{a,b}, Eko Hari Purnomo^{a,b}, Rizka Paramitha^a

^aDepartemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor 16002, Indonesia

^bSoutheast Asian Food and Agricultural Science and Technology (SEAFST) Center, Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680, Indonesia

*email : d_indrasti@ipb.ac.id

ABSTRACT

Suji (*Pleomele angustifolia* NE Brown) leaf has been used as natural green colorant for Indonesian traditional food. However its application is limited due to unavailability of ready-to-use colorant from suji. The aim of this study was to characterize natural green food colorant from suji leaf. The first stage of the study was chlorophyll extraction from the leaves. Ratios of leaf to solvent were 1:5, 1:10, and 1:20 (w/v), using two types of solvent, water and Tween 80 in sodium citrate solution. The extraction product from extraction with ratio 1:5 using 0.75% Tween 80 in 12 mM Na-citrate was chosen for further analysis. This extract has chlorophyll content of 118.63 ± 0.14 mg/L, antioxidant capacity 15.93 ± 0.00 , and pH 7.17 ± 0.01 . The second stage was production of microencapsulated natural green food colorant using spray drying. Arabic gum as encapsulated agent gave the highest chlorophyll content of 67.86 ± 0.58 mg/L, moisture content $11.67 \pm 0.04\%$ (db), solubility $98.32 \pm 0.01\%$, antioxidant capacity $7.68 \pm 0.26\%$, and the highest green intensity with L value 60.16 ± 0.01 , a value -33.75 ± 0.02 , and b value $+18.53 \pm 0.02$.

Keywords: suji leaf, chlorophyll, green colorant, microencapsulation, spray drying

ABSTRAK

Sejak lama daun suji sudah digunakan secara tradisional sebagai pewarna pangan di Indonesia. Namun aplikasinya masih sangat terbatas karena belum ada bentuk pewarna hijau alami dari daun suji yang siap guna. Penelitian ini bertujuan untuk mengkarakterisasi serbuk pewarna hijau alami yang berasal dari daun suji. Tahap pertama penelitian adalah ekstraksi klorofil dari daun suji. Rasio daun dan larutan pengestrak adalah 1:5, 1:10, dan 1:20 (b/v), dengan menggunakan dua jenis larutan pengestrak, yaitu akuades dan Tween 80 dalam Na-sitrat. Ekstrak daun suji yang terpilih adalah ekstrak dengan larutan pengestrak Tween 80 0.75% dalam Na-sitrat 12 mM dengan perbandingan 1:5 (b/v). Ekstrak terpilih mempunyai kadar total klorofil sebesar 118.63 ± 0.14 mg/L, kapasitas antioksidan 15.93 ± 0.00 , dan nilai pH 7.17 ± 0.01 . Tahap kedua penelitian yaitu pembuatan serbuk pewarna daun suji menggunakan metode pengeringan semprot. Bahan penyalut gum arab menghasilkan serbuk mikroenkapsulat pewarna daun suji dengan kadar total klorofil tertinggi yaitu 67.86 ± 0.58 mg/L, kadar air $11.67 \pm 0.04\%$ (bk), kelarutan $98.32 \pm 0.01\%$, kapasitas antioksidan $7.68 \pm 0.26\%$, dan intensitas warna hijau paling tinggi dengan nilai L sebesar 60.16 ± 0.01 , nilai a sebesar -33.75 ± 0.02 , dan nilai b sebesar $+18.53 \pm 0.02$.

Kata kunci: daun suji, klorofil, pewarna hijau, mikroenkapsulasi, pengeringan semprot

PENDAHULUAN

Penggunaan pewarna pada produk pangan sudah menjadi hal yang umum dilakukan sebagai salah satu cara untuk menarik minat konsumen. Sayangnya banyak produsen pangan yang menggunakan bahan pewarna buatan atau bahan pewarna non-pangan yang berbahaya. Sementara itu di sekeliling kita cukup banyak bahan alami yang bisa digunakan sebagai pewarna. Contoh pewarna alami yang telah sejak lama digunakan untuk memberi warna hijau pada produk pangan tradisional Indonesia adalah daun suji.

Hambatan utama dalam pemanfaatan daun suji adalah proses persiapannya yang tidak praktis dan ketersediaannya yang masih terbatas. Ditambah lagi, warna hijau yang dihasilkan dari ekstrak daun suji mudah sekali berubah menjadi hijau kecoklatan atau coklat akibat adanya perlakuan asam, panas, dan adanya reaksi pencoklatan enzimatis selama pengolahan (Putri et al., 2000). Padahal komponen warna hijau dalam daun suji, yaitu klorofil, terbukti memberikan manfaat kesehatan bagi tubuh sebagai antioksidan, antikolesterol, dan antikanker (Anantharaman et al., 2014; Prangdimurti, 2007).

Salah satu upaya yang dilakukan untuk mempertahankan stabilitas pewarna alami setelah diekstrak dari sumbernya adalah dengan membuatnya dalam bentuk serbuk enkapsulat. Selain lebih tahan terhadap oksidasi, ekstrak pewarna yang terenkapsulasi lebih memudahkan dalam hal penanganan, transportasi, dan penyimpanan, serta pengaplikasian dalam berbagai produk pangan. Penelitian mengenai teknik mikroenkapsulasi klorofil dengan metode pengeringan semprot belum banyak dilakukan (Özkan dan Bilek, 2014).

Tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan bentuk serbuk mikroenkapsulat pewarna hijau alami (klorofil) dari ekstrak daun suji. Serbuk pewarna alami yang dihasilkan selanjutnya dikarakterisasi sifat fisik dan kimianya.

BAHAN DAN METODE

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah daun suji (*Pleomele angustifolia* N.E. Brown) yang diperoleh dari petani suji di daerah Darmaga- Bogor, maltodextrin, dan gum arab (National Starch, Jakarta). Bahan-bahan kimia yang digunakan antara lain Na-sitrat, Tween 80, 1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl (DPPH), aseton, metanol, dan etanol (Merck, Jerman).

Peralatan yang digunakan antara lain blender, alat pengering semprot, sentrifus, spektrometer, kromameter, neraca analitik, oven, pisau, talenan, kain saring, kertas saring, botol gelap, cawan alumunium, dan peralatan gelas.

Penelitian dibagi menjadi dua tahap, yaitu ekstraksi pigmen (klorofil) dari daun suji dan pembuatan serbuk mikroenkapsulat pewarna dari ekstrak daun suji.

1. Ekstraksi pigmen dari daun suji (Prangdimurti, 2007).

Ekstraksi pigmen dilakukan dengan cara memotong-motong daun suji dan dihancurkan menggunakan blender dengan penambahan larutan pengestrak. Rasio daun dan larutan pengestrak adalah 1:5, 1:10, dan 1:20 b/v. Larutan pengestrak yang digunakan

yaitu air dan Tween 80 0.75% dalam Na-sitrat 12 mM. Ekstrak kasar yang diperoleh selanjutnya diinkubasi selama 30 menit pada suhu 70-75°C dan disaring dengan kain saring 2 lapis. Kemudian filtratnya disentrifus dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit. Supernatan hasil sentrifus lalu diblansir sebelum dikemas dalam botol kaca berwarna gelap. Ekstrak selanjutnya dikarakterisasi berdasarkan kandungan total klorofil (Hendry dan Grime, 1993), pH dan kapasitas antioksidan (Shim dan Lim, 2009) yang terkandung di dalamnya. Ekstrak suji yang memiliki karakteristik paling baik selanjutnya digunakan untuk bahan pembuatan serbuk mikroenkapsulat pewarna hijau.

2. Pembuatan mikroenkapsulat pewarna daun suji dengan metode pengeringan semprot
Ekstrak cair daun suji dicampurkan dengan bahan pengisi dengan konsentrasi 10% dari jumlah ekstrak cair. Bahan pengisi yang digunakan yaitu maltodekstrin dan gum arab dengan variasi proporsi maltodekstrin terhadap gum arab 100:0, 75:25, 50:50, 25:75, dan 0:100. Campuran tersebut dihomogenisasi 3000 rpm selama 3 menit menggunakan homogenizer lalu dikeringkan dengan alat *spray dryer* dengan suhu inlet 150°C ± 5°C dan suhu outlet 50°C ± 5°C. Setelah proses penyemprotan, serbuk pewarna hijau daun suji dikumpulkan dan disimpan dalam wadah gelap. Serbuk pewarna yang dihasilkan selanjutnya dilakukan analisis total klorofil (Hendry dan Grime, 1993), kapasitas antioksidan (Shim dan Lim, 2009), kadar air (AOAC, 1995), kelarutan (Purba, 2003), pH, dan warna.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Ekstraksi Klorofil dari Daun Suji

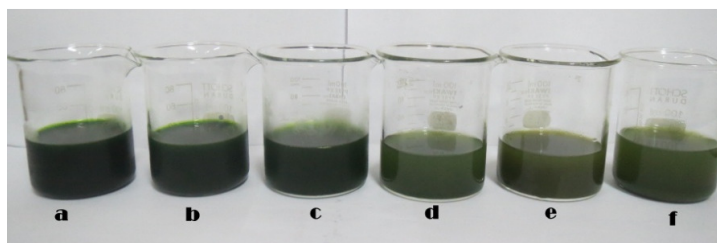
Ekstraksi daun suji pada skala rumah tangga biasa dilakukan dengan cara meremas-remas daun suji dalam air. Ekstrak suji langsung digunakan dalam proses pembuatan kue-kue tradisional. Akan tetapi, ekstrak ini bersifat sangat tidak stabil sehingga diperlukan metode lain untuk mengekstrak klorofil dari daun suji. Metode yang dipilih diharapkan akan dapat mengekstrak klorofil dari daun suji, baik yang larut air maupun yang tidak larut air, dengan kandungan yang cukup tinggi.

Pada tahap awal proses ekstraksi, daun suji dipotong dengan ukuran 1.5-2.0 cm untuk memperbesar luas permukaan daun suji sehingga ekstraksi klorofil dapat lebih optimal. Larutan pengeksrak yang digunakan adalah akuades dan larutan Tween 80 dalam Na-sitrat 12 mM. Penelitian Prangdimurti (2007) menunjukkan bahwa penggunaan larutan Tween 80 0.75% dalam Na-sitrat 12 mM menghasilkan kapasitas antioksidan paling tinggi, kadar klorofil larut air paling tinggi dan pH ekstrak 7.65. Nilai pH ini mendekati pH optimum klorofilase, yaitu 7.4 (Sibarani, 1994).

Inkubasi hancuran daun suji sebelum proses pemisahan filtrat ditujukan untuk memberikan kesempatan bagi enzim klorofilase menghidrolisis gugus fitol dari struktur klorofil. Suhu optimum klorofilase dalam pelarut air berkisar pada suhu 65-72°C (Clydesdale dan Francis, 1976). Penelitian Isabel *et al* (1993) menunjukkan bahwa fungsi enzim klorofilase akan optimum pada suhu 70°C. Waktu optimum inkubasi hancuran daun suji berada di sekitar 30-45 menit (Prangdimurti, 2007). Sebelum dikemas di botol gelap, ekstrak

daun suji diblansir selama 1 menit. Hal ini bertujuan untuk menginaktivasi enzim oksidase, seperti polifenol oksidase dan lipoksigenase. Kecepatan degradasi oksidatif meningkat sejalan dengan lamanya waktu blansir dan penyimpanan (Eskin, 1979). Waktu blansir yang lebih lama dapat menyebabkan reaksi oksidasi non enzimatis sehingga menyebabkan hilangnya klorofil, sehingga waktu optimum untuk proses blansir ekstrak daun suji adalah berkisar antara 45 detik hingga 1 menit.

Ekstrak suji yang dihasilkan memiliki warna hijau gelap sampai hijau terang (Gambar 1). Ekstrak suji dalam larutan Tween-sitrat berwarna lebih pekat dibandingkan dengan ekstrak suji dalam pelarut air. Kedua jenis ekstrak tersebut kemudian dianalisis dan hasilnya disajikan pada Tabel 1.



Gambar 1. Ekstrak daun suji menggunakan larutan pengeksrak dan ratio daun:larutan yang berbeda (a) ekstrak suji tween sitrat 1:5; (b) ekstrak suji tween sitrat 1:10; (c) ekstrak suji tween sitrat 1:20; (d) ekstrak suji akuades 1:5; (e) ekstrak suji akuades 1:10; dan (f) ekstrak suji akuades 1:20.

Tabel 1. Pengaruh jenis larutan pengeksrak terhadap nilai rata-rata kadar total klorofil, kadar klorofil yang terekstrak, kapasitas antioksidan, dan pH ekstrak suji yang dihasilkan

Larutan Pengeksrak	Rasio Daun:Larutan Pengeksrak (b/v)	Kadar Total Klorofil (mg/L)	Jumlah klorofil terekstrak (%)	Kapasitas Antioksidan (%)	pH
ESTS (Ekstrak Suji Tween Sitrat)	1:5	124.97 ± 0.09 ^a	90.41	15.93 ± 0.00 ^a	7.17 ± 0.01 ^a
	1:10	56.53 ± 0.09 ^b	40.90	12.23 ± 0.12 ^b	7.41 ± 0.01 ^a
	1:20	19.17 ± 0.06 ^c	13.87	5.42 ± 0.23 ^c	7.72 ± 0.03 ^a
Akuades	1:5	15.79 ± 0.11 ^d	11.43	1.61 ± 0.12 ^d	5.48 ± 0.04 ^b
	1:10	7.67 ± 0.04 ^e	5.55	0.76 ± 0.12 ^e	5.61 ± 0.01 ^b
	1:20	3.61 ± 0.01 ^f	2.61	0.51 ± 0.24 ^e	5.67 ± 0.02 ^b

*Nilai yang disajikan merupakan nilai rata-rata ± standar deviasi dari tiga kali pengukuran. Nilai dengan huruf yang berbeda menunjukkan bahwa sampel berbeda nyata secara statistik ($p < 0,05$).

Hasil pengujian menunjukkan secara umum larutan Tween 80 dalam Na-sitrat dapat mengekstrak lebih banyak klorofil dari daun suji segar dibandingkan pelarut air. Larutan pengeksrak Tween 80 0.75% dalam Na-sitrat 12 mM dengan rasio 1:5 dapat mengekstrak 90.41% klorofil dari daun suji segar. Sedangkan larutan pengeksrak air dengan rasio yang

sama hanya dapat mengambil 11.43% klorofil. Semakin tinggi volume larutan yang digunakan dalam proses ekstraksi maka semakin sedikit klorofil yang dapat terekstrak.

Pada kondisi asam, protein yang berikatan dengan klorofil akan terdenaturasi sehingga atom Mg di pusat cincin menjadi tidak stabil dan mudah terlepas. Larutan Na-sitrat dipilih karena dilaporkan dapat meningkatkan aktivitas klorofilase (Prangdimurti, 2007). Tween 80 (*polioksietilen sorbitan monooleat*) termasuk dalam bahan tambahan pangan pengemulsi kelas polisorbat. Untuk emulsi minyak dalam air (*oil in water, o/w*) nilai *hydrophyll-lipophyll balance* (HLB) yang disarankan berkisar antara 8-18. Nilai HLB Tween 80 adalah 15. Tween 80 akan membantu klorofil yang bersifat lipofilik teremulsi dalam air. Selain itu, Tween 80 juga akan memudahkan kontak antara klorofil dengan enzim klorofilase. Enzim ini bekerja menghidrolisis gugus fitol klorofil sehingga mengubahnya menjadi klorofilid yang larut air.

Kapasitas antioksidan ekstrak diukur dari kemampuannya mendonorkan elektron kepada radikal bebas stabil DPPH (berwarna ungu) sehingga tereduksi menjadi DPPH-H (berwarna kuning atau tidak berwarna) (Nenadis dan Tsimidou 2002). Semakin pudarnya warna ungu hasil reaksi menunjukkan bahwa semakin besarnya kapasitas antioksidan yang dihasilkan. Hasil percobaan menunjukkan bahwa nilai kapasitas antioksidan tertinggi dimiliki oleh ekstrak daun suji menggunakan larutan pengeksrak Tween 80 0.75% dalam Na-sitrat 12 mM dengan perbandingan 1:5, yaitu $15.93\% \pm 0.00$. Dengan demikian, dapat diketahui bahwa jenis dan perbandingan larutan pengeksrak memberikan pengaruh nyata terhadap kapasitas antioksidan sampel.

Pada pengujian derajat keasaman, ekstrak suji Tween-sitrat (ESTS) mempunyai nilai pH yang lebih tinggi dari pada ekstrak dengan pelarut air. pH ESTS berkisar antara 7.72-7.17 sedangkan pH ekstrak air antara 5.48-5.67. Nilai pH ESTS mendekati pH optimum enzim klorofilase, yaitu 7.4 (Sibarani 1994).

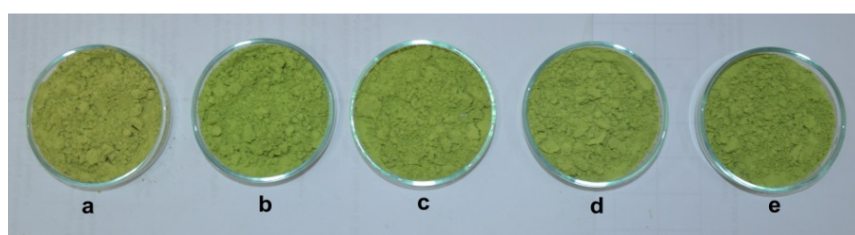
Hasil pengujian menunjukkan bahwa jenis larutan pengeksrak serta rasio bobot daun dan volume larutan pengeksrak berpengaruh nyata terhadap kadar total klorofil dan kapasitas antioksidan ekstrak daun suji. Dari tahap ini disimpulkan bahwa prosedur ekstrak daun suji yang terbaik adalah dengan menggunakan larutan pengeksrak Tween 80 0.75% dalam Na-sitrat 12mM dengan rasio bobot daun suji dan volume larutan pengeksrak yaitu 1:5. Dengan demikian, perlakuan inilah yang akan dilanjutkan ke tahap selanjutnya yaitu proses pembuatan serbuk mikroenkapsulat pewarna dari ekstrak daun suji menggunakan metode pengeringan semprot (*spray drying*).

B. Pembuatan Serbuk (Mikroenkapsulat) Pewarna Daun Suji

Teknik yang digunakan pada pembuatan serbuk pewarna adalah teknik mikroenkapsulasi dengan pengeringan semprot. Pada metode pengeringan semprot, bahan disemprotkan dan diatomisasi membentuk droplet ke dalam suatu media pengering yang panas. Kemudian air dalam bentuk droplet akan menguap meninggalkan bahan kering (Dubey *et al* 2009). Ekstrak daun suji terpilih ditambahkan bahan penyalut. Terdapat dua

jenis bahan penyalut yang digunakan, yaitu maltodekstrin dan gum arab, dengan berbagai perbandingan, yaitu 100:0, 75:25, 50:50, 25:75, dan 0:100.

Serbuk mikroenkapsulat pewarna yang dihasilkan berwarna hijau seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2. Secara visual, intensitas warna hijau yang dihasilkan hampir sama. Produk mikroenkapsulat dengan penyalut maltodekstrin mempunyai warna hijau yang paling terang sedangkan serbuk pewarna dengan penyalut gum arab berwarna hijau paling gelap.



Gambar 2. Mikroenkapsulat pewarna alami dari daun suji dengan berbagai rasio bahan penyalut (maltodekstrin:gum arab (a) 100:0; (b) 75:25; (c) 50:50; (d) 25:75; dan (e) 0:100)

Hasil analisis warna menggunakan kromameter juga menunjukkan hasil yang serupa (Tabel 2). Serbuk pewarna dengan penyalut maltodekstrin yang lebih banyak mempunyai nilai L yang lebih tinggi dibandingkan serbuk pewarna dengan lebih banyak gum arab. Nilai L menyatakan parameter kecerahan (kecerahan) yang mempunyai nilai dari 0 (hitam/gelap) sampai 100 (putih/terang). Nilai a menyatakan cahaya pantul yang menghasilkan warna kromatik campuran merah-hijau dengan nilai +a (positif) dari 0–100 untuk warna merah dan nilai –a (negatif) dari 0–(-80) untuk warna hijau. Nilai b menyatakan warna kromatik campuran biru-kuning dengan nilai +b (positif) dari 0–70 untuk kuning dan nilai –b (negatif) dari 0–(-70) untuk warna biru (Hutching 1999).

Tabel 2. Pengaruh rasio bahan penyalut terhadap intensitas warna serbuk mikroenkapsulat pewarna hijau dari ekstrak daun suji.

Rasio maltodekstrin : gum arab	Intensitas warna		
	Nilai L	Nilai a	Nilai b
100:0	60.16 ± 0.01	-33.75 ± 0.02	+18.53 ± 0.02
75:25	55.72 ± 0.02	-33.67 ± 0.02	+17.41 ± 0.02
50:50	53.68 ± 0.01	-33.55 ± 0.02	+16.98 ± 0.03
25:75	51.68 ± 0.01	-34.56 ± 0.02	+16.67 ± 0.02
0:100	48.92 ± 0.02	-35.22 ± 0.01	+16.40 ± 0.01

*Nilai yang disajikan merupakan nilai rata-rata ± standar deviasi dari tiga kali pengukuran. Nilai dengan huruf yang berbeda menunjukkan bahwa sampel berbeda nyata secara statistik ($p < 0,05$).

Serbuk mikroenkapsulat pewarna yang dihasilkan selanjutnya dianalisis sifat fisik dan kimianya. Hasil analisis kadar total klorofil, kapasitas antioksidan, kadar air, dan kelarutan serbuk pewarna daun suji dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Pengaruh rasio bahan penyalut terhadap nilai rata-rata kadar total klorofil, kapasitas antioksidan, kadar air, dan kelarutan serbuk mikroenkapsulat pewarna hijau dari ekstrak daun suji.

Rasio maltodekstrin : gum arab	Kadar Total Klorofil (mg/L)	Kapasitas Antioksidan (%)	Kadar air (%)	Kelarutan (%)
100:0	67.86 ± 0.58 ^a	2.10 ± 0.13 ^a	8.76 ± 0.01 ^a	99.10 ± 0.20 ^a
75:25	76.35 ± 0.20 ^b	3.02 ± 0.13 ^b	9.36 ± 0.05 ^b	98.54 ± 0.02 ^b
50:50	85.16 ± 0.05 ^c	4.75 ± 0.26 ^c	9.86 ± 0.02 ^c	98.52 ± 0.02 ^b
25:75	90.01 ± 0.23 ^d	6.86 ± 0.13 ^d	9.91 ± 0.38 ^c	98.45 ± 0.02 ^b
0:100	98.39 ± 0.28 ^e	7.68 ± 0.26 ^e	10.45 ± 0.03 ^d	98.32 ± 0.01 ^b

*Nilai yang disajikan merupakan nilai rata-rata ± standar deviasi dari tiga kali pengukuran. Nilai dengan huruf yang berbeda menunjukkan bahwa sampel berbeda nyata secara statistik ($p < 0,05$).

Total Klorofil

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan terhadap kelima perlakuan serbuk suji, kadar total klorofil tertinggi dimiliki oleh ekstrak suji dengan penambahan bahan penyalut gum arab 100%. Kadar klorofil serbuk semakin menurun dengan berkurangnya jumlah gum arab dan semakin bertambahnya jumlah maltodekstrin dalam campuran bahan penyalut. Serbuk dengan kadar total klorofil terendah adalah ekstrak suji dengan penambahan bahan penyalut maltodekstrin 100%. Proses enkapsulasi dengan penambahan bahan penyalut mampu mempertahankan kadar klorofil sebesar 54.30-78.73% dibandingkan kadar klorofil ekstrak suji. Kelima serbuk pewarna dengan rasio bahan penyalut yang berbeda berada pada subset yang terpisah secara statistik. Dengan demikian, proporsi penambahan bahan penyalut memberikan pengaruh yang nyata ($p \geq 0.05$) terhadap kadar total klorofil serbuk suji.

Perbedaan kadar klorofil dalam serbuk pewarna dipengaruhi oleh perbedaan struktur dan komposisi kimia bahan penyalut yang digunakan. Maltodekstrin merupakan turunan pati yang telah mengalami modifikasi oleh asam atau enzim untuk mendapatkan struktur monosakarida atau polimer rantai pendek. Maltodekstrin membentuk lapisan film tipis yang melindungi dan mencegah hilangnya komponen flavor atau warna selama proses pengeringan. Akan tetapi, maltodekstrin memiliki beberapa kelemahan. Maltodekstrin tidak memiliki kemampuan emulsifikasi dan kurangnya aktivitas ikatan permukaan pada permukaan minyak-air (Porrarud dan Pranee, 2010). Hal ini lah yang menyebabkan rendahnya total klorofil pada serbuk dengan perlakuan penambahan 100% maltodekstrin.

Ekstrak suji yang diberi perlakuan penambahan bahan penyalut 100% gum arab memiliki kadar total klorofil tertinggi. Hal ini disebabkan karena gum arab terdiri atas subunit oligosakarida, polisakarida, dan glikoprotein yang memiliki kemampuan emulsifikasi. Kemampuan inilah yang berpengaruh terhadap kekuatan pengikatan molekul klorofil yang

memiliki grup fitol yang bersifat hidrofobik dan cincin porfirin yang bersifat hidrofilik (Porrarud dan Pranee, 2010). Menurut Desmond *et al.* (2002), gum arab akan membentuk dinding semipermeabel yang melapisi sel selama pengeringan. Dinding tersebut cenderung menghambat pergerakan molekul bebas dalam sel sehingga mengurangi laju metabolisme.

Warna hijau serbuk suji setelah proses pengeringan menggunakan metode *spray drying* berbanding lurus dengan total klorofil serbuk suji. Intensitas warna hijau yang dihasilkan oleh ekstrak suji yang diberi perlakuan penambahan bahan penyalut gum arab 100% merupakan intensitas warna hijau yang paling tinggi dibandingkan keempat sampel lainnya. Hal ini disebabkan karena sampel tersebut memiliki kadar total klorofil yang paling tinggi dibandingkan sampel yang lain. Intensitas warna hijau akan menurun seiring kenaikan kadar total solid (Porrarud dan Pranee, 2010). Kadar total solid tertinggi dimiliki oleh ekstrak suji yang diberi perlakuan penambahan bahan penyalut maltodekstrin 100%, yaitu sebesar 91.24%.

Kapasitas Antioksidan

Seperti halnya kadar klorofil, serbuk suji dengan penambahan bahan penyalut gum arab 100% mempunyai nilai kapasitas antioksidan tertinggi. Begitupun sebaliknya, serbuk suji dengan penambahan bahan penyalut maltodekstrin 100% memiliki nilai kapasitas antioksidan paling rendah. Kapasitas antioksidan serbuk suji semakin menurun dengan berkurangnya jumlah gum arab dan semakin bertambahnya jumlah maltodekstrin dalam campuran bahan penyalut. Perubahan bentuk ekstrak suji dari cairan menjadi padatan (bentuk enkapsulat) menyebabkan penurunan kapasitas antioksidan sebesar 51.79-86.82%. Jenis dan komposisi bahan penyalut sangat berpengaruh terhadap kapasitas antioksidan serbuk suji yang dihasilkan.

Menurut Prangdimurti (2007) klorofil bertindak sebagai antioksidan pemecah rantai propagasi. Klorofil berperan sebagai donor elektron dan menangkap radikal lipid pada tahap awal oksidasi minyak. Berdasarkan kemampuan gum arab dalam mengikat grup hidrofobik dan grup hidrofilik dalam molekul klorofil, ekstrak suji yang diberi perlakuan penambahan bahan penyalut 100% gum arab memiliki kapasitas antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan ekstrak suji yang diberi perlakuan penambahan bahan penyalut maltodekstrin yang tidak memiliki kemampuan emulsifikasi (Tabel 3). Kapasitas antioksidan serbuk suji sangat berhubungan dengan kandungan total klorofil di dalamnya. Semakin tinggi kadar total klorofil pada serbuk suji, maka kapasitas antioksidannya pun semakin meningkat.

Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu parameter yang penting untuk mengevaluasi produk hasil proses pengeringan dan mengetahui tingkat stabilitas selama penyimpanan. Produk pangan dalam bentuk serbuk dengan kadar air rendah memiliki daya tahan terhadap kerusakan mikrobiologis yang tinggi karena air bebas yang dapat dimanfaatkan mikroorganisme untuk hidup dan tumbuh sangat terbatas (Farkye *et al* 2001).

Ekstrak daun suji yang diberi penambahan bahan penyalut maltodekstrin atau gum arab memberikan respon kadar air yang berbeda. Penambahan bahan penyalut maltodekstrin menghasilkan serbuk suji dengan kadar air paling rendah. Sedangkan kadar

air paling tinggi terdapat pada serbuk suji dengan penambahan bahan penyalut gum arab. Maltodekstrin mempunyai berat molekul yang lebih rendah dan struktur molekul yang lebih sederhana dibandingkan gum arab. Air pada maltodekstrin dengan mudah dapat diuapkan ketika proses pengeringan berlangsung. Gum arab merupakan heteropolimer kompak dengan bobot molekul tinggi dan struktur molekul yang kompleks. Gum arab mengandung sejumlah besar pati di dalamnya sehingga sifatnya lebih higroskopis (Sutardi et al., 2010). Karakter-karakter tersebut mengakibatkan lebih banyak air yang tertahan di dalam matriks gum arab dan sulit diuapkan. Berdasarkan uji statistika, jenis dan proporsi bahan penyalut serta interaksi keduanya memberikan pengaruh nyata ($p \geq 0.05$) terhadap kadar air serbuk suji yang dihasilkan.

Kelarutan

Kelarutan massa serbuk dalam air dipengaruhi oleh kadar air bahan yang dilarutkan. Menurut Straatsma *et al* (1999), kadar air yang tinggi membuat bahan cenderung lengket dan menyebabkan bahan tersebut menjadi sulit menyebar atau terdispersi dalam air. Dengan demikian, tidak terbentuk pori-pori dan massa bahan tidak mampu menyerap air dalam jumlah besar (kapilaritasnya rendah). Selain itu, bahan dengan kadar air yang lebih tinggi mempunyai permukaan yang sempit untuk dibasahi, karena massa partikelnya besar-besar sehingga saling lengket di antara massa partikel tersebut. Tingkat kelarutan massa bahan juga menentukan besarnya difusifitas komponen yang ada dalam massa bahan. Semakin tinggi tingkat kelarutan dalam air, maka difusifitas komponen ke dalam massa bahan semakin tinggi.

Serbuk suji dengan bahan penyalut maltodekstrin 100% paling mudah larut dalam air dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini dipengaruhi oleh kandungan air dalam bahan serbuk suji. Ekstrak suji yang diberi perlakuan penambahan bahan penyalut maltodekstrin sebesar 100% memiliki kadar air yang paling rendah dibandingkan ekstrak suji yang diberi perlakuan penambahan bahan penyalut gum arab. Serbuk dengan perlakuan maltodekstrin lebih mudah menyebar dalam air karena massa dan partikelnya relatif lebih kecil dan tidak lengket satu sama lain. Struktur granula masing-masing jenis bahan penyalut juga memengaruhi kelarutan serbuk suji. Gum arab memiliki struktur molekul yang lebih kompleks dibandingkan maltodekstrin sehingga gum arab lebih bersifat higroskopis. Proses repolimerisasi pati dengan bantuan asam pada saat dekstrinasi membuat molekul maltodekstrin terpecah dalam ukuran yang lebih kecil, sehingga ketika mengalami pemanasan dengan tekanan rendah, partikel pati rusak. Akibatnya, air mudah berpindah ke dalamnya sambil melepaskan komponen yang mudah larut air. Hal inilah yang menyebabkan maltodekstrin lebih mudah larut (Loksuwan, 2006). Berdasarkan uji statistika dapat diketahui bahwa ekstrak suji yang diberi perlakuan penambahan bahan penyalut maltodekstrin sebesar 100% berada di subset yang berbeda dari keempat perlakuan lainnya. Dengan demikian, proporsi penambahan bahan penyalut memberikan pengaruh yang nyata ($p \geq 0.05$) terhadap kelarutan serbuk suji.

KESIMPULAN

Proses ekstraksi klorofil dari daun suji yang terpilih adalah dengan menggunakan larutan pengestrak Tween 80 0.75% dalam Na-sitrat 12 mM dengan perbandingan bobot daun suji dan larutan pengestrak yaitu 1:5 (b/v). Ekstrak daun suji yang dihasilkan memiliki kadar total klorofil sebesar 118.63 ± 0.14 mg/L, kapasitas antioksidan sebesar 13.37 ± 0.00 dan nilai pH ekstrak sebesar 7.17 ± 0.01 . Ekstrak inilah yang akan dilanjutkan ke tahap selanjutnya yaitu proses pengeringan semprot.

Proses pengeringan semprot yang dilakukan untuk menghasilkan serbuk mikroenkapsulat pewarna hijau dari ekstrak suji dilakukan dengan variasi proporsi bahan penyalut melatodekstrin dan gum arab. Penggunaan bahan penyalut dengan proporsi maltodekstrin:gum arab sebesar 0:100 menghasilkan serbuk pewarna daun suji dengan total klorofil tertinggi yaitu 67.86 ± 0.58 mg/L, kadar air $11.67 \pm 0.04\%$ (bk), kelarutan $98.32 \pm 0.01\%$, kapasitas antioksidan $7.68 \pm 0.26\%$, dan intensitas warna hijau paling tinggi dengan nilai L sebesar 60.16 ± 0.01 , nilai a sebesar -33.75 ± 0.02 , dan nilai b sebesar $+18.53 \pm 0.02$.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia atas bantuan hibah Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi Negeri (Penelitian Strategis Aplikatif) tahun 2015 dalam pendanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anantharaman A, B Subramanian, R Chandrasekaran, R Seenivasan, R. Siva. 2014. Colorants and cancer : A review. *Industrian Crops and Products* 53: 167-185.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1995. *Official Methods of Analysis*. Washington D.C.
- Clydesdale F.M. dan F.J. Francis. 1976. *Pigments. Di dalam O.R. Fennema. Principles of Food Science*. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Dubey R., TC Tsami, B Rao. 2009. Microencapsulation teknologi and preparation. *J. Devence Science* 59 (1): 82-95.
- Eskin NA. 1979. *Plant Pigments, Flavour, and Texture : The chemistry and biochemistry of selected compound*. New York (US): Academic Press
- Farkye N, K Smith, FT Schonrock. 2001. An Overview of Changes in the Characteristic, Functionality, and Nutritional Value of Skim Milk Powder (SMP) During Storage. *Journal of Dairy Science*.
- Goubet I., JL Quere, AJ Voilley. 1998. Retention of aroma compounds by carbohydrates: Influence of their physicochemical characteristics and of their physical state. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 46: 1981-1990.
- Henry, B. S. 1996. Natural food color. *Di dalam: Hendry, G. A. F. Dan J. D. Houghton* (eds.), *Natural Food Colorants 2*. Blackie Academic and Professional, London, pp:

40-61.

- Isabel M, B.G Rojas, dan L.G. Guererro. 1993. Deesterification of chlorophylls in olives by actiation chlorophyllase. *J.Agric.Food Chem.* 41:2254-2258.
- Loksuwan J.2006. Characteristic of Microencapsulated β -carotene Formed by Spray Drying with Modified Tapioca Starch and Maltodextrin. *Food Hydrocolloids*, 21: 928-935.
- Nenadis N dan M Tsimidou. 2002. Observations on estimation of scavenging activity of phenolic compounds using rapid 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH*) tests. *JAOCs* 79: 1191-1195.
- Özkan, G. and SE Bilek. 2014. Microencapsulation of natural food colourants. *International Journal of Nutrition and Food Sciences* 3 (3): 145-156.
- Porrarud, S., A. Pranee. 2010. Microencapsulation of Zn-chlorophyll pigment from Pandan leaf by spray drying and its characteristic. *International Food Research Journal* 17 : 1031-1042.
- Prangdimurti, E. 2007. Kapasitas antioksidan dan daya hipokolesterolemik ekstrak daun suji (*Pleomele angustifolia* N.E. Brown). Disertasi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Purba SAA. 2003. Pembuatan Bubuk Pewarna Makanan Alami Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* Linn) dengan metode *spray drying*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian IPB, Bogor.
- Putri, WDR., E. Zubaidah, N. Sholahudin. 2000. Ekstraksi pewarna alami daun suji, kajian pengaruh blanching dan jenis bahan pengekstrak. *J Tek Pert.* Vol 4 (1): 13-24.
- Shim JU, KT Lim. 2009. Antioxidant Activity of Glycoprotein Isolated of Geranium Sibiricum Linne. *Nat Prod Res.* 23:35-387.doi:10.1080/14786410802228447.
- Sibarani J. 1994. Pemurnian Parsial dan Pengujian Aktivitas Enzim Klorofilase dari Daun Suji (*Pleomele angustifolia* N.E. Brown). Skripsi. Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alama IPB, Bogor.
- Straatsma J *et al.* 1999. Spray Drying of Food Products: 2. Prediction of Insolubility Index. *Journal of Food Engineering*, 42: 73-77.
- Sutardi *et al.* 2010. Pengaruh Dekstrin dan Gum Arab terhadap Sifat Kimia dan Fisik Bubuk Sari Jagung Manis (*Zeamays saccharata*). *J.TeknoI.dan Industri Pangan* Vol XXI No.2 Th.2010.

PENGUNAAN BAHAN PENGGANTI TELUR DALAM PEMBUATAN SPONGE CAKE

Utilizing of Egg Replacers in Sponge Cake Making

Elisa Julianti^{a*}, Herla Rusmarilin^a, Ridwansyah^a, Era Yusraini^a

^aProgram Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian USU
Jalan Prof.A.Sofyan No. 3 Medan, Indonesia

*Email: elizayulianti@yahoo.com

ABSTRACT

Eggs are considered the most costly ingredients and important source of cholesterol in some types of cakes as in sponge cakes. The aim of this research was to study the utilizing of egg replacer in eggless sponge cake. The egg replacers were composed of whey protein isolate (WPI) 100% (E₁), soy protein isolate (SPI) 100% (E₂), WPI 70%+ corn starch + xanthan gum 1% (E₃), SPI 70%+ corn starch + xanthan gum 1% (E₄), and whole egg flour as control. Evaluation of resulted cake by measuring the chemical composition (protein, fat, ash, and crude fiber content), specific volume, browning index, and sensory characteristics (color, aroma, taste and texture). The results showed that the treatment E₃(70% WPI+29%CS+1%XG) produced cake with chemical composition, specific volume, and sensory characteristics closer to the control cake which made from 100% whole egg flour.

Keywords: egg replacer, sponge cake, protein isolate, xanthan gum

ABSTRAK

Telur merupakan bahan pembuatan telur yang mahal harganya serta merupakan sumber kolesterol utama dalam beberapa tipe cake termasuk sponge cake. Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari penggunaan bahan pengganti telur dalam pembuatan sponge cake tanpa telur. Bahan pengganti telur yang digunakan terdiri dari isolat protein susu (IPS) 100% (E₁), isolat protein kedelai (IPK) 100% (E₂), IPS 70%+ pati jagung (PJ) + xanthan gum(XG) 1% (E₃), IPK 70%+ pati jagung + xanthan gum 1% (E₄), dan tepung telur utuh digunakan sebagai kontrol. Evaluasi terhadap cake yang dihasilkan dilakukan dengan cara pengamatan terhadap komposisi kimia (kadar protein, lemak, abu, serat kasar). Volume spesifik, indeks pencoklatan dan karakteristik sensori (warna, aroma, rasa dan tekstur). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan E₃ (70% IPS+29%PJ+1%XG) menghasilkan cake dengan komposisi kimia, volume spesifik dan karakteristik sensori yang hampir mendekati cake yang dibuat dari 100% tepung telur utuh (kontrol).

Kata kunci: pengganti telur, sponge cake, isolat protein, xanthan gum.

PENDAHULUAN

Cake adalah salah satu produk bakery yang semakin banyak diminati masyarakat, terutama pada saat perayaan ulang tahun, pesta pernikahan, acar keluarga, atau hari-hari besar keagamaan. Bahan utama dalam pembuatan cake adalah terigu berprotein medium, telur, lemak, dan gula. Sponge cake merupakan salah satu jenis cake yang sederhana, yang dibuat dengan cara mengocok putih telur dan kuning telur secara terpisah. Kuning

telur dikocok bersama dengan bahan-bahan kering lainnya. Putih telur dikocok bersama dengan gula hingga kaku, kemudian dimasukkan ke dalam adonan kuning telur dan dibakar.

Beberapa individu akan mengalami alergi ketika mengonsumsi produk pangan yang mengandung telur. Pada penelitian ini sponge cake dibuat dengan menggunakan bahan pengganti telur (*egg replacer*). Bahan pengganti telur dapat dibuat dari tepung kedelai, terigu, pati, gum, kasein susu, rye, gandum, plasma darah (Lynn, 1978; Johnson *et al.* 1979; Huusaindan Al-Oulabi, 2009). Sodeberg (2013), melakukan penelitian tentang penggunaan protein legum sebagai *egg replacer* pada bahan pangan yang ditujukan untuk kelompok vegan. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa protein kedelai dan kacang polong (*pea*) memiliki pola kelarutan dan karakteristik emulsi yang mirip dengan protein telur, serta pengaturan pH dapat digunakan untuk mengatur kekentalan emulsi. Kedua protein ini dapat membentuk busa (*foam*), tetapi protein kacang polong memiliki sifat *foaming* yang lebih baik daripada kedelai. Kelemahannya kedua protein ini dibandingkan protein telur adalah terdapatnya komponen anti gizi dan keterbatasan dalam asam amino sulfur, tetapi dapat diatasi dengan suplementasi.

Penelitian tentang fungsionalitas dari bahan pengganti telur dalam formulasi cake di antaranya adalah penggunaan bahan pengganti telur komersial dalam pembuatan *yellow cake* (Ratnayake *et al.*, 2012), penggunaan isolat protein susu, pati gandum, guar gum, *xanthan gum* dalam pembuatan *yellow cake* (Kohrs *et al.*, 2010), penggunaan isolat protein susu dalam pembuatan *angel cake* (Abu-Ghoush *et al.*, 2010). Hasil penelitian ini umumnya menunjukkan bahwa produk pangan yang dihasilkan dari bahan pengganti telur memiliki tekstur, warna, dan aroma yang tidak sama dengan produk yang dibuat dari telur serta penerimaan konsumen terhadap produk ini rendah. Oleh karena itu tujuan penggunaan bahan pengganti telur dalam pembuatan cake lebih ditujukan kepada dihasilkannya produk cake yang rendah kolesterol, bebas alergen dan murah (karena telur merupakan bahan pembuatan cake yang memiliki harga yang tinggi). Penelitian yang dilakukan ini bertujuan untuk mempelajari karakteristik fisik, kimia, dan sensorisponge cake yang dibuat dengan menggunakan bahan pengganti telur dibandingkan dengan sponge cake yang dibuat dari tepung telur utuh.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan pembuatan sponge cake adalah tepung terigu protein medium (segitiga biru®/Bogasari), margarine (Forvita®), susu cair (Ultra®), vanili, garam, gula, *baking powder*. Bahan pengganti telur yang digunakan adalah isolat protein kedelai (Puritan®), isolat protein susu (Puritan®), pati jagung (maizena), dan *xanthan gum* yang bersifat *food grade*. Telur ayam negeri yang diolah menjadi tepung telur untuk digunakan pada sponge cake kontrol. Bahan lain adalah bahan kimia untuk analisa kandungan protein dan lemak dari sponge cake yang dihasilkan.

Formulasi Bahan Pengganti Telur

Bahan-bahan pengganti telur berupa isolat protein kedelai, isolat protein susu, pati jagung, gum arab dan xanthan gum dicampur menggunakan *mixer* selama 4 menit hingga diperoleh bahan pengganti telur yang homogen. Komposisi bahan pengganti telur terdiri dari : isolat protein susu (IPS) 100%) (E₁), isolat protein kedelai (IPK) 100% (E₂), IPS 70%+ pati jagung (PJ) 29%+ xanthan gum(XG) 1% (E₃), IPK 70%+ PJ29% + XG 1% (E₄).

Pembuatan dan Pengamatan Karakteristik Fisik dan Sensori Sponge Cake

Tepung terigu (28.5g) dan *baking powder* (1.1 g) dicampur dan diaduk hingga tercampur sempurna (Adonan 1). 18.2 g bahan pengganti telur (dengan komposisi sesuai dengan perlakuan, yaitu E₁-E₄), 25.7 g gula, 0.1 g garam, 32.2 susu cair, 18 g margarin dan 0.1g vanilla diaduk dengan menggunakan *mixer* (Phillips HR-1538) berkecepatan tinggi selama 6 menit (Adonan 2). Adonan 1 ditambahkan ke adonan 2 sedikit demi sedikit sambil diaduk dengan *mixer* berkecepatan rendah selama 3 menit. Adonan kemudian dituang ke cetakan *cake* yang telah diolesi dengan margarin/minyak, dan dipanggang di dalam oven listrik (Kirin KBO-190RAW) yang telah dipanaskan terlebih dahulu pada suhu 180 °C selama 35 menit. Kemudian *sponge cake* didinginkan pada suhu ruang selama 30 menit, dan dikemas dengan *aluminium foil* sebelum dianalisa. Karakteristik *sponge cake* yang diamati adalah karakteristik kimia meliputi analisis proksimat yaitu kadar air (AOAC, 1995), kadar abu (AOAC, 1995), kadar protein dengan metode Kjeldahl (AOAC, 1995), kadar lemak dengan metode Soxhlet (AOAC, 1995), kadar karbohidrat (*by difference*), kadar serat kasar (AOAC, 1995), karakteristik fisik meliputi volume *cake*, warna, tekstur dengan menggunakan alat instron UTM 1140, dan karakteristik sensori (warna, aroma, rasa dan tekstur).

Pengukuran volume *cake* dilakukan dengan metode *seed displacement test* yaitu dengan cara memasukkan biji wijen ke dalam wadah yang telah diketahui volumenya hingga penuh, kemudian berat biji wijen yang memenuhi volume wadah ditimbang. Selanjutnya wadah diisi kembali dengan separuh dari wijen tersebut. Kemudian *cake* dimasukkan ke dalam wadah, dan wadah dipenuhi dengan sisa wijen yang masih ada. Biji wijen yang tidak masuk ke dalam wadah ditimbang sebagai biji wijen yang tumpah, dan volume *cake* dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Volume cake (ml)} = \frac{\text{Berat wijen yang tumpah (g)}}{\text{Berat wijen seluruhnya (g)}} \times \text{volume wadah (ml)}$$

Volume spesifik *cake* dihitung dengan rumus :

$$\text{Volume spesifik cake ml/g} = \frac{\text{Volume cake (ml)}}{\text{Berat cake (g)}}$$

Warna *cake* diukur dengan cara mengukur warna permukaan *cake* menggunakan kromameter Minolta (tipe CR 200). Pengukuran menghasilkan nilai L dan notasi a, b. L menyatakan parameter kecerahan. Notasi a menunjukkan warna kromatik campuran merah-hijau dan nilai a(+) berkisar antara 0 sampai +100 untuk warna merah dan nilai a(-) berkisar antara 0 sampai -80 untuk warna hijau. Notasi b menunjukkan warna kromatik campuran biru-kuning dan nilai b(+) berkisar 0 sampai +70 untuk warna kuning dan nilai b(-) berkisar 0 sampai -70 untuk warna biru (Andarwulan *et al.*, 2001). Nilai warna dari *cake* dinyatakan dengan *browning index* (BI) dan dihitung dengan menggunakan persamaan yang dikemukakan oleh Maskan (2001) dalam Eduardo *et al.* (2013) sebagai berikut :

$$BI = \frac{[100(x - 0.31)]}{0.17}$$

dimana x dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$x = \frac{a + 1.75L}{5.645L + a - 3.01b}$$

Karakteristik sensori diuji dengan menggunakan uji hedonik skala 1-5 (sangat tidak suka-sangat suka) terhadap warna, aroma, rasa dan tekstur, dengan cara memberikan sampel *cake* kepada 15 orang panelis semi terlatih (Soekarto, 1985). Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis ragam, selanjutnya untuk pemilihan perlakuan terbaik, dilakukan uji beda rata-rata dengan uji LSR (*Least Significant Range*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Kimia *Sponge Cake*

Tabel 1 menunjukkan bahwa penambahan hidrokoloid berupa xanthan gum di dalam bahan pengganti telur baik isolat protein susu maupun isolat protein kedelai akan meningkatkan kadar air *cake*. Kombinasi antara isolat protein susu, pati jagung dan xanthan gum menghasilkan *cake* dengan kadar air yang lebih tinggi untuk semua perlakuan termasuk kontrol. Peningkatan kadar air dengan penambahan xanthan gum berhubungan dengan sifatnya sebagai emulsifier yang memiliki sifat amfifilik serta kapasitas pengikatan air yang tinggi (Arabshirazi *et al.*, 2012). Tetapi penambahan pati jagung dan xanthan gum ke dalam bahan pengganti telur akan menurunkan kandungan protein karena berkurangnya jumlah isolat protein yang ditambahkan dengan ditamapkannya pati jagung dan hidrokoloid.

Sponge cake yang dibuat dari bahan pengganti telur berupa isolat protein susu memiliki kandungan protein yang paling tinggi di antara semua perlakuan. Kadar lemak *sponge cake* kontrol (dari tepung telur) lebih tinggi daripada perlakuan bahan pengganti telur. Keempat bahan pengganti telur menghasilkan *sponge cake* dengan kadar lemak yang secara statistik berbeda tidak nyata satu dengan lainnya. Hal ini disebabkan karena isolat protein dan pati hampir tidak memiliki kandungan lemak, sedangkan tepung telur memiliki kandungan lemak yang masih tinggi. Kandungan lemak pada *sponge cake* yang dibuat dari bahan pengganti telur berasal dari margarin yang digunakan dalam pembuatannya.

Penggunaan bahan pengganti telur diharapkan dapat menghasilkan *cake* yang rendah lemak dan bebas kolesterol.

Kadar abu *sponge cake* yang dibuat dari bahan pengganti telur secara umum hampir sama dengan kadar abu dari *sponge cake* yang dibuat dari telur. Bahan pengganti telur berbahan dasar isolat protein kedelai menghasilkan *sponge cake* dengan kadar abu yang lebih tinggi daripada yang berbahan dasar isolat protein susu. Penambahan pati jagung dan hidrokoloid pada bahan pengganti telur akan menurunkan kadar abus *sponge cake*.

Sponge cake yang dibuat dari tepung telur utuh memiliki kadar karbohidrat yang lebih rendah dari pada *sponge cake* yang dibuat dari bahan pengganti telur. Penambahan pati jagung pada bahan pengganti telur berperan dalam meningkatkan nilai karbohidrat pada *sponge cake* yang dihasilkan. Kombinasi pati jagung dan xanthan gum dalam bahan pengganti telur menghasilkan kadar karbohidrat yang lebih besar.

Tabel 1. Komposisi Kimia *sponge sake* dengan menggunakan bahan pengganti telur dibandingkan dengan *sponge cake* kontrol (dari tepung telur utuh).

Bahan Pengganti Telur	Kadar Air (%)	Kadar Protein (%)	Kadar Lemak (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Karbohidrat(%)
E ₁ =IPS 100%	23.19±0.32	26.62±0.68	17.00±1.00	2.06±0.05	31.12±0.95
E ₂ =IPK 100%	22.39±0.84	24.27±0.21	19.40±0.60	2.22±0.13	31.72±0.80
E ₃ = IPS 70%+ PJ29%+ XG 1%	26.54±0.37	21.70±1.03	18.03±0.81	1.98±0.19	31.75±1.04
E ₄ = IPK 70%+ PJ29%+ XG 1%	24.79±0.02	20.57±0.43	19.37±0.32	2.07±0.10	33.19±0.67
Tepung Telur Utuh	25.26±0.21	25.95±1.00	24.27±1.36	2.20±0.02	22.33±0.84

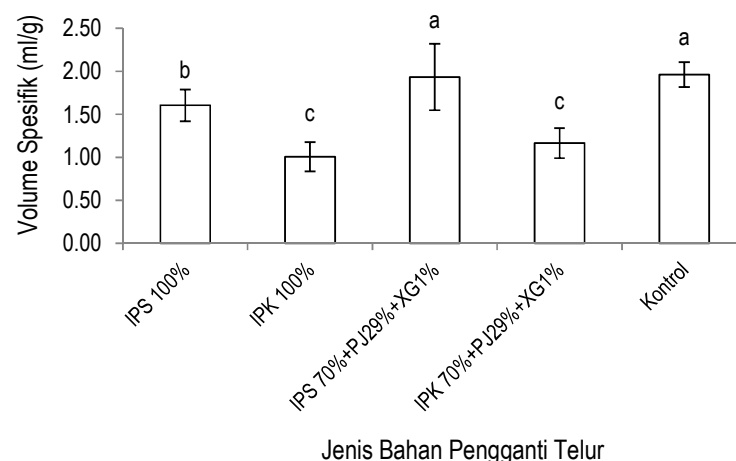
IPS=Isolat Protein Susu, IPK = Isolat Protein Kedelai, PJ = Pati Jagung, XG = Xanthan Gum

Angka dalam tabel merupakan rata-rata dari 3 ulangan, ± standar deviasi

Volume Spesifik *Sponge Cake*

Hasil pengamatan terhadap volume spesifik *sponge cake* pada Gambar 1 menunjukkan bahwa *sponge cake* yang dibuat dengan menggunakan bahan pengganti telur berupa 70% IPS+29%PJ+1%XG (E₃) memiliki volume spesifik yang hampir mendekati *sponge cake* kontrol yang dibuat dari tepung telur utuh. Kombinasi antara isolat protein susu (IPS), pati jagung dan xanthan gum memberikan nilai volume spesifik *sponge cake* yang lebih tinggi daripada bahan pengganti telur dari IPS secara tunggal. Hal yang sama juga terjadi pada bahan pengganti telur yang dibuat dari isolat protein kedelai, dimana penggunaan IPK secara tunggal memberikan volume spesifik *cake* yang lebih rendah daripada jika dikombinasikan dengan pati jagung dan xanthan gum. Kohrs *et al.* (2010) juga menunjukkan bahwa penambahan pati gandum dan hidrokoloid berupa xanthan gum atau guar gum dapat meningkatkan volume spesifik *yellow cake*.

Nilai volume spesifik menunjukkan pengembangan *cake* ketika dipanggang, dan dipengaruhi oleh jumlah telur, adanya penambahan *leavening agent* seperti *baking powder*, emulsifier serta air yang menguap selama proses pemanggangan. Uap air yang terbentuk selama pemanggangan membantu mempertahankan udara di dalam sel sehingga menghasilkan *cake* dengan struktur yang porous dan memiliki densitas yang rendah (Rahmati dan Tehrani, 2014). Tabel 1 menunjukkan bahwa *sponge cake* yang dibuat dari bahan pengganti telur berupa campuran isolat protein susu, pati jagung dan xanthan gum (E₃) dan *sponge cake* kontrol memiliki kandungan air yang lebih tinggi. Penambahan xanthan gum menghasilkan adonan *cake* dengan viskositas yang lebih tinggi sehingga menghalangi keluarnya udara selama proses pemanggangan. Hasil yang sama juga diperoleh pada penelitian Gomez *et al.*(2007) dan Zhou *et al.*(2011) yang menunjukkan bahwa, volume akhir dari *cake* yang dihasilkan tidak hanya dipengaruhi oleh banyaknya jumlah udara pada saat pembuatan adonan, tetapi juga ditentukan oleh banyaknya udara yang dapat dipertahankan selama pemanggangan.

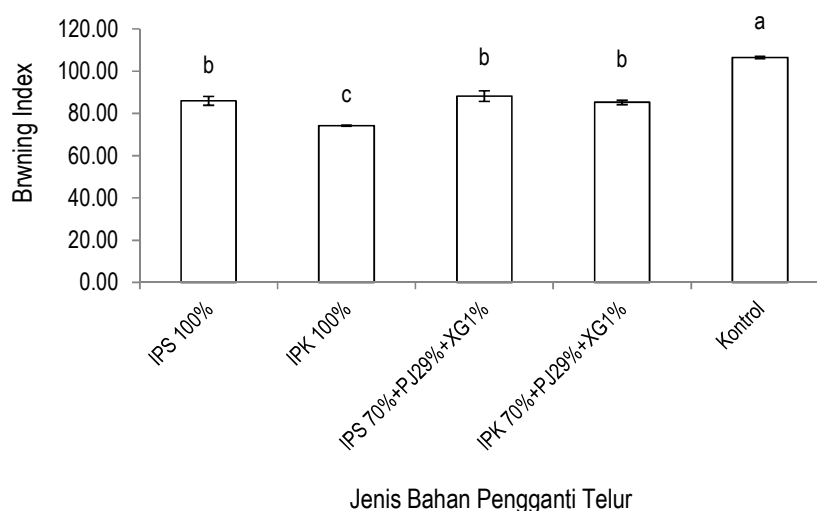


Gambar 1. Perbandingan volume spesifik *sponge cake* yang dibuat dari berbagai jenis bahan pengganti telur dengan *sponge cake* yang dibuat dari tepung telur utuh (*Error bar*= \pm standar deviasi; huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata di antara semua perlakuan ($P < 0.05$))

Warna (*Browning Index*) *Sponge Cake*

Gambar 2 menunjukkan nilai warna yang dinyatakan dengan *browning index*=*BI* (indeks pencoklatan) dari *sponge cake* yang dibuat dengan menggunakan berbagai jenis bahan pengganti telur. *Sponge cake* kontrol yang dibuat dari tepung telur utuh memiliki nilai *BI* yang paling tinggi, diikuti dengan *sponge cake* yang dibuat dengan menggunakan bahan pengganti telur berupa campuran IPS+PJ+XG. Tetapi secara umum *sponge cake* yang dibuat dari bahan pengganti telur memiliki nilai *BI* yang hampir sama kecuali *sponge cake* yang dibuat dengan menggunakan IPK. Warna *sponge cake* sangat dipengaruhi oleh suhu pada saat pemanasan serta interaksi antara komponen dan bahan tambahan yang

digunakan dalam pembuatan sponge cake tersebut (Ratnayake *et al.* 2012). *Sponge cake* kontrol yang dibuat dari tepung telur memiliki nilai indeks pencoklatan yang paling tinggi, menunjukkan warna coklat yang terbentuk akibat adanya reaksi pencoklatan non-enzimatis yaitu reaksi Maillard. Menurut Toyosaki dan Sakane (2013) *browning index* digunakan untuk mengukur pigmen coklat yang terbentuk selama reaksi Maillard pada makanan yang diolah dengan panas seperti roti, dimana senyawa amadori yang terbentuk berkontribusi pada pembentukan warna.



Gambar 2. Perbandingan *browning index* sponge cake yang dibuat dari berbagai jenis bahan pengganti telur dengan *sponge cake* yang dibuat dari tepung telur utuh (*Error bar*= \pm standar deviasi; huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata di antara semua perlakuan ($P < 0.05$)).

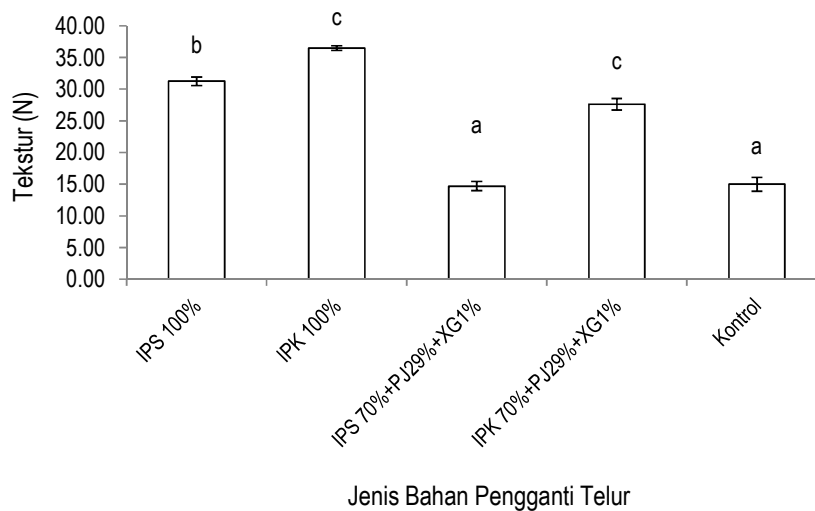
Tekstur *Sponge Cake*

Gambar 3 menunjukkan pengaruh penggunaan bahan pengganti telur terhadap nilai tekstur *sponge cake*. Nilai tekstur dari cake dianalisa dengan menggunakan alat pengukur profil tekstur, dimana nilai yang ditunjukkan adalah kekerasan "*crumb*" yang dapat dilihat sebagai kelunakan atau kesegaran. Hal ini dapat menjelaskan mengapa *cake* yang dibuat dengan menggunakan bahan pengganti telur memiliki nilai tekstur yang lebih tinggi, yang menunjukkan bahwa *cake* tersebut keras dan bersifat elastis dan *rubbery* (Heflich, 1996). Penambahan xanthan gum dapat menurunkan nilai tekstur *sponge cake*, dan penurunan yang nyata terdapat pada kombinasi IPS+PJ+XG yang menghasilkan nilai tekstur yang berbeda tidak nyata dengan *sponge cake* kontrol. Hasil penelitian Rahmatidan Tehrani (2014) juga menunjukkan bahwa substitusi susu kedelai dengan telur akan meningkatkan nilai kekerasan *cake*.

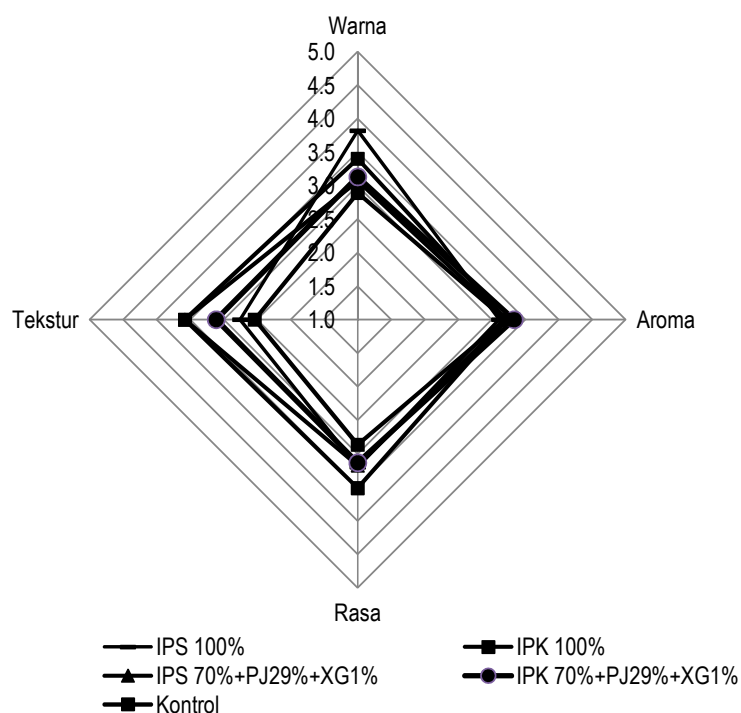
Karakteristik Sensori *Sponge Cake*

Formulasi *egg replacer* yang berbeda menghasilkan *sponge cake* dengan nilai penerimaan panelis yang berbeda. Pengaruh formulasi *egg replacer* terhadap karakteristik

sensori sponge cake dapat dilihat pada Gambar 4. Gambar 4 juga menunjukkan bahwa penerimaan panelis terhadap atribut rasa *cake* yang dibuat dari tepung telur utuh masih lebih tinggi dari pada *cake* yang dibuat dari bahan pengganti telur, tetapi untuk atribut warna *sponge cake* yang menggunakan bahan pengganti telur berupa isolat protein susu memiliki penerimaan terhadap warna yang lebih tinggi, dan untuk tekstur nilai penerimaan panelis terhadap *sponge cake* yang dibuat dari bahan pengganti telur sama dengan *cake* kontrol. Nilai kesukaan terhadap aroma yang tertinggi diperoleh pada sponge cake yang dibuat dari bahan pengganti telur berupa IPK+PJ+XG. Tetapi secara keseluruhan nilai penerimaan panelis terhadap *cake* bebas telur masih berada pada ambang batas penerimaan (agak suka-suka).



Gambar 3. Perbandingan nilai tekstur *sponge cake* yang dibuat dari berbagai jenis bahan pengganti telur dengan *sponge cake* yang dibuat dari tepung telur utuh (*Error bar*= \pm standar deviasi; huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata di antara semua perlakuan ($P < 0.05$)).



Gambar 4. Karakteristik sensori sponge cake yang dibuat dari bahan pengganti telur dibandingkan dengan sponge cake kontrol (dari tepung telur utuh).

KESIMPULAN

Bahan pengganti telur dari campuran isolat protein susu 70% + pati jagung 29% dan xanthan gum 1% menghasilkan *sponge cake* dengan volume spesifik yang tinggi serta warna dan tekstur yang baik dan disukai oleh panelis. *Sponge cake* yang dihasilkan meskipun memiliki kadar protein yang lebih rendah, namun kadar lemaknya juga lebih rendah daripada *sponge cake* yang dibuat dari tepung telur utuh sehingga dapat dijadikan sebagai alternatif untuk menghasilkan produk pangan rendah lemak. Tingkat kesukaan panelis terhadap atribut rasa, warna, aroma, dan tekstur dari *sponge cake* yang dibuat dari bahan pengganti telur secara umum hampir sama dengan *sponge cake* yang dibuat dari tepung telur utuh yaitu dengan nilai 3-4 (agak suka-suka).

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Ditlitabmas DIKTI yang telah mendanai penelitian ini melalui Hibah Penelitian Strategis Nasional Tahun 2013-2014.

DAFTAR PUSTAKA

- Abu-Ghoush, M., Herald, T. J., dan Aramouni, F. M. 2010. Comparative study of egg white protein and egg alternatives used in an angel food cake system. *Journal of Food Processing and Preservation* 34 : 411-325. DOI : 10.1111/j.1745-4549.2008.00284.
- Andarwulan, N., Kusnandar, F. dan Herawati, D. 2001. *Analisa Pangan*. Dian Rakyat, Jakarta.
- AOAC. 1995. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*, Association of Official Analytical Chemists, Inc., Arlington, VA.
- Arabshirazi, S., Movahhed, S., dan Nematti, N. 2012. Evaluation of addition of xanthan and hydroxyl propyl methyl cellulose gums on chemical and rheological properties of sponge cakes. *Annals of Biological Research* 3 (1):589-594.
- Eduardo, M., Svanberg, U., Oliveira, J. 2013. Effect of cassava flour characteristics on properties of cassava-wheat-maize composite bread types. *International Journal of Food Science* <http://dx.doi.org/10.1155/2013/305407>.
- Gomez, M., Ronda, F., caballero, P.A., blanco, C.A. dan Rosell, C.M. 2007. Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes. *Food Hydrocolloid* 21, 167–173.
- Heflich, L.W., 1996. A Baker's Perspective. In: *Baked Goods Freshness, Technology, Evaluation and Inhibition of Staling*. Edited by R. E. Hebeda, H. Zobel, Marcel Dekker, New York, pp: 239-256.
- Hussain, S. and Al-Oulabi, R. 2009. Studying the possibility of preparing an egg-free or egg-less cake. *Int. J. Eng. Technol.* 1, 324–329.
- Johnson, L., Havel, E. dan Hosney, R. 1979. Bovine plasma as a replacement for egg in cakes. *Cereal Chem.* 56, 339–342.
- Kohrs, D. T., Herald, J., Aramouni, F. M., dan Abughoush, M., 2010. Evaluation of egg replacers in a Yellow cake system. *Journal of Food Agricultural* 22 (5):340-352.
- Lynn, C. 1978. *Whole Egg Replacer*. United States Patent, No. 4120986. Stauffer Chemical Company, Westport, CT.
- Rahmati, N.F., dan Tehrani, M.M. 2014. Replacement of egg in cake : Effect of soy milk on quality and sensory characteristics. *Journal of Food Processing and Preservation* DOI : 10.1111/jfpp.12263
- Ratnayake, W.S., Geera, B., dan Rybak, D.A. 2012. Effect of egg replacers on yellow cake product quality. *Journal of Food Processing and Preservation* 36 : 21-29. DOI : 10.1111/j.1745-4549.2011.00547.x
- Soderberg, J. 2013. *Functional Properties of Legume Proteins and their Potential as Egg Replacer*. Swedish University of Agricultural Science.
- Soekarto, S.T. 1985. *Penilaian Organoleptik untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian*. Pusat Pengembangan Teknologi Pangan, IPB, Bogor.
- Toyosaki, T and Y. Sakane. 2013. Anti-browning effects on baked dough made using silky fowl egg. *Journal of Agricultural and Food Research* 2:44-49.

Zhou,J., Faubion,J.M. dan Walker, C.A. 2011. Evaluation of different types of fats for use in high-ratio layer cakes. LWT-Food Science and Technology 44 : 1802-1808.

SIFAT ANTIBAKTERI DAN ANTIOKSIDAN EKSTRAK BIJI KELOR DENGAN VARIASI PELARUT

Darimiyya hidayati, Syarif Anshori dan Ulfatul fitriyah
Prodi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Trunojoyo Madura

Email: darimiyya@gmail.com

ABSTRAK

Kelor (*Moringa oleifera*) merupakan tanaman yang telah banyak dimanfaatkan secara tradisional baik sebagai obat-obatan ataupun sayuran. Beberapa penelitian menunjukkan kandungan dari biji kelor yaitu alkaloid, flavonoid, saponin, dan tanin sehingga sangat berpotensi sebagai sumber antioksidan dan antimikrobia. Tujuan penelitian ini untuk menentukan sifat antibakteri dan antioksidan ekstrak biji kelor dengan variasi pelarut dan perlakuan pendahuluan. Perlakuan dalam penelitian ini yaitu perlakuan pendahuluan (biji kering dan segar) dan konsentrasi alkohol dalam pelarut (0, 20%, 50%, 70%, 100%). Biji kelor dihancurkan dan diekstrak menggunakan pelarut alkohol dengan berbagai konsentrasi dengan metode maserasi selama 3 hari. Hasil ekstrak kemudian diuji sifat antibakteri dan sifat antioksidan. Uji antibakteri menggunakan 3 bakteri uji yaitu *E.coli*, *S.aureus*, dan *salmonella*. Sifat antioksidan diuji menggunakan metode DPPH. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi biji kering memberikan nilai antioksidan lebih besar bila dibandingkan dengan kondisi biji basah. Pelarut etanol 70% memberikan nilai penghambatan paling besar terhadap *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, dan *Salmonella typhi* masing-masing sebesar 11,3 mm, 12 mm, dan 9,3 mm. Ekstrak menggunakan pelarut etanol 20% menunjukkan aktivitas antioksidan yang paling tinggi

Keywords : biji kelor, antioksidan, antibakteri

PENDAHULUAN

Pemanfaatan tanaman sebagai sumber alternatif pangan mulai dikembangkan. Beberapa tanaman yang secara tradisional dipercaya mempunyai manfaat kesehatan dan bergizi tinggi mulai diteliti kandungan senyawa kimia dan sifat fungsionalnya. Salah satu sifat fungsional tanaman yang sedang dikembangkan adalah sifat antibakteri dan sifat antioksidan suatu tanaman. Sekarang ini, pemanfaatan sumber-sumber antibakteri alami semakin dikembangkan karena isu keamanan pangan karena pengawet buatan dari tanaman tidak beracun dan ramah lingkungan. Selain itu, kontrol dari mikroorganisme patogen menjadi semakin sulit karena adanya resistensi terhadap antibiotik yang telah ada. Oleh karena itu, pencarian terhadap sumber-sumber antibakteri baru terus dikembangkan. Radikal bebas dipercaya berkaitan dengan beberapa penyakit degeneratif seperti jantung, kanker dan stroke. Oleh karena itu, pemanfaatan sumber antioksidan dari tanaman juga dikembangkan untuk dapat dimanfaatkan sebagai antioksidan alami.

Biji kelor (*Moringa oleifera*) merupakan tanaman asli India sekitar Himalaya, Pakistan, dan Bangladesh yang kemudian menyebar ke benua Afrika dan Eropa Barat, tanaman ini tumbuh pada daerah tropis dan subtropis (Fahey 2005). Di Indonesia, pemanfaatan kelor masih sebatas sebagai sayur yang langsung dikonsumsi yaitu bagian daun dan biji muda. Biji kelor yang telah tua selama ini dimanfaatkan sebagai penjernih air

pada Beberapa penelitian menunjukkan sifat penghambatan dari biji kelor terhadap bakteri *Salmonella*, *Shigella spp*, *Enterobacter aerogenes* (Naiwu *et al*, 2012, Oloduroet *al*. 2012 dan Vinoth *et al*. (2012) dengan menggunakan beberapa pelarut yaitu air, etanol, dan metanol, dan chloroform. Senyawa fenolik yang dapat diekstrak menggunakan beberapa pelarut yaitu senyawa fenol yang bebas dan terikat (Singh *et al*. 2013). Penelitian dari Singh *et al* (2013) dan Wangcharoen (2011) menunjukkan bahwa biji kelor memiliki potensi sebagai antioksidan alami.

Untuk mengambil senyawa alami yang terkandung dalam tanaman maka diperlukan metode ekstraksi yang sangat dipengaruhi oleh jenis pelarut yang digunakan. Beberapa penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa polaritas dari pelarut mempengaruhi sifat antioksidan dan sifat antibakteri dari daun dan biji kelor. Penelitian oleh Koruthu *et al*. (2011) menunjukkan bahwa pelarut etanol lebih baik untuk ekstrak senyawa antibakteri, sedangkan pelarut air justru baik untuk mengekstrak senyawa antioksidan dari daun kelor. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi pelarut yang sesuai untuk mengambil senyawa antioksidan dan antibakteri dari biji kelor. Selain itu, diuji juga pengaruh preparasi bahan sebelum ekstraksi dilakukan.

METODE PENELITIAN

Bahan : Biji kelor (*Moringaoleifera*), etanol, aquades, nutrien broth, agar, Plate Count Agar, DPPH, dan etanol. Bakteri uji yang digunakan sebagai pengujian daya hambat yaitu *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, dan *Salmonella typhi* yang didapatkan dari Laboratorium Pengolahan Ilmu Gizi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga Surabaya

Alat : oven, shaker, petridish, bunsen, mortal, autoclave, triangle, kertassaring, kertaskayu, pinset, pipet volume, timbangan analitik, gelasukur, Erlenmeyer, pinset, laminar flow, dan Spectrofotometer UV-Vis

Preparasi biji Kelor : Biji kelor (*Moringaoleifera*) dihaluskan menggunakan mortal kemudian ditimbang. Hasil timbangan dilarutkan pada pelarut aquades dan etanol selanjutnya di-shaker dengan kecepatan 120 rpm selama 3 hari kemudian disaring menggunakan kertas saring. Hasil ekstraksi dievaporasi dan disimpan pada refrigerator suhu 4°C (Kumar *et al*. 2012).

Desain Penelitian : Penelitian ini dilakukan dengan dua perlakuan yaitu jenis pelarut dan jenis sampel dengan desain sebagai berikut :

Tabel 1. Desain penelitian

Jenis pelarut	Biji segar (A)	Biji Kering (B)
Air	A1	B1
Etanol 20%	A2	B2
Etanol 50%	A3	B3
Etanol 70%	A4	B4
Etanol 100%	A5	B5

Pengujian Sifat antibakteria : pengujian daya hambat bakteri dilakukan dengan metode cakram. Petridish yang telah berisi 20 ml media agar padat ditetesi 0,5 ml suspensi bakteri uji lalu diratakan pada permukaan petridish. Kertas saring yang telah direndam dengan ekstrak biji kelor selama 15 menit, diletakkan diatas media yang terdapat suspensi bakteri uji kemudian diinkubasi selama 48jam. Pengamatan dilakukan dengan melihat zona jernih disekiling kertas saring yang menunjukkan tidak adanya pertumbuhan bakteri.

Pengujian Sifat antioksidan : pengujian sifat antioksidan dari ekstrak diukur berdasarkan jumlah hidrogen yang disumbangkan atau kemampuan menangkap radikal bebas DPPH. Sebanyak 10 ppm ekstrak dalam metanol ditambahkan 3 ml 0,1 mM larutan DPPH dalam metanol. Setelah dicampur, tabung diinkubasi dalam gelap selama 30 menit. Absorbansi diukur menggunakan UV-Vis Spektrofotometer pada panjang gelombang 517 nm. Kemampuan menghambat radikal bebas diukur dengan rumus =
$$\frac{(\text{absorbansi blanko} - \text{absorbansi sampel})}{\text{absorbansi blanko}} \times 100 \%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran sifat antibakteri dari biji kelor dilakukan dengan menggunakan metode cakram menggunakan media tumbuh nutrisi agar. Sifat antibakteri suatu senyawa diukur berdasarkan luasnya zona jernih disekitar cakram yang telah direndam dalam ekstrak biji kelor. Semakin luas zona jernih menunjukkan bahwa semakin besar sifat antibakteri dari senyawa tersebut. Hasil pengujian sifat antibakteri ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Sifat antibakteri biji kelor kering

Jenis sampel	Jenis pelarut	Zona penghambatan (mm)		
		<i>Salmonella typhi</i>	<i>E. coli</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
Kering	Air	7,3	6,7	7,7
	Etanol 20%	-	2,3	2,33
	Etanol 50%	-	8,6	9,6
	Etanol 70%	9,3	11,3	12
	Etanol 100%	8,6	9	9,6
Segar	Air	-	-	-
	Etanol 20%	12,5	9	9,5
	Etanol 50%	20	6,5	15
	Etanol 70%	7,7	-	14,7
	Etanol 100%	8,7	-	11,7

Tabel 2 menunjukkan bahwa ekstrak biji kelor kering pada semua jenis pelarut memiliki efek penghambatan terhadap ketiga bakteri uji. Nilai penghambatan tertinggi pada ekstrak biji kelor kering terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. Ekstrak biji kelor kering dengan pelarut air mampu menghambat pertumbuhan ketiga bakteri dengan penghambatan tertinggi berturut-turut yaitu 7,7 mm (*S.aureus*), 7,3 mm (*Salmonella typhi*) dan 6,7 (E.coli). ekstrak biji kelor kering dengan pelarut etanol 20% dan etanol 50% hanya mampu menghambat dua bakteri yaitu *E.coli* dan *S.aureus*. Ekstrak biji kelor dengan

pelarut etanol 70% dan etanol 100% mampu menghambat semua bakteri uji dengan penghambatan tertinggi 12 mm (*S.aureus*) dan penghambatan terendah sebesar 8,6 mm (*Salmonella typhii*).

Ekstrak biji kelor segar mempunyai efek penghambatan pada semua bakteri uji pada pelarut etanol 20% dan pelarut etanol 50%. Sedangkan ekstrak biji kelor segar dengan menggunakan air tidak menunjukkan efek penghambatan kepada ketiga bakteri uji. Ekstrak biji kelor segar dengan etanol 70% dan 100% menunjukkan daya hambat terhadap *Salmonella typhii* dan *Staphylococcus aureus*, namun tidak memberikan efek penghambatan terhadap *E.coli*.

Pengujian sifat antioksidan dari ekstrak biji kelor dilakukan menggunakan metode DPPH. Nilai penghambatan radikal bebas diukur dengan mengukur absorbansi larutan pada panjang gelombang 517 nm. Semakin rendah nilai absorbansi dari sampel menunjukkan semakin tinggi daya hambat radikal bebas DPPH. Nilai penghambatan radikal bebas oleh ekstrak biji kelor disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Sifat antioksidan ekstrak biji kelor

Jenis pelarut	% penghambatan DPPH	
	Biji segar	Biji Kering
Aquades	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi
Etanol 20%	2,568%	80,78%
Etanol 50%	52,94%	66,25 %
Etanol 70%	59,01	51,76%
Etanol 100%	75,49 %	49,25%

Tabel 3 menunjukkan bahwa sifat antioksidan dari biji segar semakin meningkat dengan meningkatnya konsentrasi pelarut etanol yaitu dari 2,568% pada etanol 20% menjadi 75,49% pada pelarut etanol 100%. Sedangkan ekstrak biji kering mempunyai kecenderungan yang berbeda dimana semakin tinggi konsentrasi pelarut etanol maka sifat antioksidan dari ekstrak biji kelor semakin menurun. Penurunan nilai penghambatan yaitu dari 80,78% pada pelarut etanol 20% menjadi 49,25% pada pelarut etanol 100%.

Penelitian tentang sifat antibakteri dari daun dan biji kelor telah dikaji oleh beberapa peneliti. Penelitian dari Vinoth *et al* (2012) dan Koruthu *et al.* (2011) menunjukkan bahwa ekstrak daun kelor mampu efektif menghambat pertumbuhan *Salmonella typhii* hingga 23 mm. Tabel 2 menunjukkan bahwa ekstrak biji kelor sangat efektif menghambat *Salmonella typhii* dengan zona penghambatan mencapai 20 mm. penghambatan ekstrak ini tergolong penghambatan kuat. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa ekstrak biji kelor lebih efektif untuk menghambat bakteri gram positif dibandingkan dengan bakteri gram negatif. Penelitian dari Singh *et al* (2013) menunjukkan bahwa efek penghambatan dari senyawa fenolik biji kelor lebih efektif pada bakteri gram positif karena peptidoglikan dari dinding sel gram positif tidak mampu melindungi dari senyawa-senyawa asing.

Perbedaan polaritas pelarut akan menentukan kandungan dari senyawa yang diekstrak. Tabel 2 menunjukkan bahwa ekstrak dengan sifat penghambatan yang luas

diperoleh pada ekstrak etanol 20 dan 50%. Sedangkan untuk ekstrak air, tidak efektif menghambat pertumbuhan ketiga bakteri uji. Penelitian dari Koruthu et al (2011) menunjukkan bahwa ekstrak air daun kelor hanya mampu menghambat *S.aureus*. begitu juga penelitian yang dilakukan oleh Vinoth (2012) menunjukkan bahwa ekstrak air kurang efektif sebagai anti mikrobial. Sebaliknya, beberapa penelitian menunjukkan bahwa ekstrak air mempunyai sifat antioksidan yang tinggi dibandingkan dengan ekstrak menggunakan pelarut lain (Chumark, et al 2008, Wangchoeren dan Gomolmane 2011). Kandungan ekstrak daun kelor menggunakan air adalah flavonoid, saponin, tanin, glikosida dan fenolik sedangkan kandungan ekstrak daun kelor menggunakan etanol adalah tanin dan fenol (Koruthu et al 2011). Sedangkan penelitian dari Vinoth (2012) menunjukkan bahwa kandungan ekstrak air daun kelor mengandung flavonoid, saponin, tanin, glikosida, dan terpenoid sedangkan kandungan ekstrak etanol daun kelor mengandung flavonoid, tanin, glikosida, dan terpenoid. Senyawa flavonoid yang diekstrak menggunakan air hanya bersifat antioksidan namun tidak bersifat antibakteri sehingga ekstrak air mempunyai sifat antioksidan yang lebih tinggi, namun sifat antibakteri yang rendah (Koruthu, 2011)

Tabel 3 menunjukkan bahwa ekstraksi menggunakan biji kering memberikan nilai penghambatan DPPH yang lebih besar dibandingkan dengan ekstraksi menggunakan biji segar. Ekstraksi akan menjadi lebih efektif jika kadar air bahan kecil sehingga memungkinkan kontak antara senyawa dan pelarut lebih cepat. Namun disisi lain, pengeringan memungkinkan terjadinya kerusakan senyawa-senyawa aktif sehingga menurunkan sifat anti bakteri dan antioksidan suatu bahan. Penelitian dari Wangchoeren dan Gomolmanee (2013) menunjukkan bahwa terjadi penurunan sifat antioksidan dari daun kelor selama pengeringan 50 C dan 100 C karena kerusakan beberapa senyawa polifenol. Namun pengeringan juga memungkinkan terjadinya degradasi senyawa fenol yang terikat menjadi bebas. Singh et al (2013) menunjukkan bahwa kandungan fenol dalam biji kelor sebagian besar dalam keadaan terikat.

KESIMPULAN

Ektrak biji kelor mempunyai potensi sebagai sumber antioksidan dan antibakteri yang bisa dimanfaatkan sebagai zat tambahan makanan. Ektrak biji kelor segar dengan pelarut etanol 50% mempunyai sifat antibakteri dengan daya penghambatan yang luas. Ektrak biji kelor kering dengan etanol 20% mempunyai sifat antioksidan yang paling tinggi

DAFTAR PUSTAKA

- Bukar A, Uba A, Oyeyi TI. 2010. Antimicrobial Profile of *Moringaoleiferalam*.Extracts Against SomeFood – Borne Microorganisms.Bayero Journalof Pure and Applied Sciences Vol 3(1): 43-48
- Chumark P,Panya K, Yupin S,Srican P,Noppawan PM,Laddawal PN,PiyaneeR.Supath S,Klai USP. 2007. The in vitro and ex vivo antioxidant properties, hypolipidaemic and antiathelosclerotic activity of water extract of *moringaoliefera lam*. leaves. Journal of ethnopharmacology.

- Compaore RW, PA Nikiema, HIN Bassole, A. Savadogo, JMouecoucou, DJ. Hounhouigan, SATraoré. 2011. chemical composition and antioxidative properties of seeds of *moringaoleifera* and pulps of parkiabiglobosa and adansoniadigitata commonly used in food fortification in burkinafaso. Current research journal of biological sciences. Vol 3(1): 64-72.
- Devendra BN, Nsrinivas,VSSIPrasad, Talluri, Latha PS. 2011. Antimicrobial activity of moringa oleifera lam.,leaf extract, against selected bacterial and fungal strains. International journal of pharma and bio sciences.Vol 2 (3): 13-18
- Goja AM, Mohamed S. 2013. Preliminary study on efficacy of leaves, seeds, and bark extracts of *moringa oleifera* in reducing bacterial load in water. International journal of advanced research. Vol. 1(4): 124-130
- Koruthu DP, Manivarnan NK, Gopinath A, Abraham R. 2011. Antibacterial evaluation, reducing power assay and phytochemical screening of moringa oleifera leaf extracts: effect of solvent polarity. Journal pharmaceutical sciences and research. Vol 2(11): 2991-2995
- Kumar V, Pandey N, Mohan N, Singh PR. 2012. Antibacterial & antioxidant activity of different extract of *moringaoleifera* leave an-in vitro study. International journal of pharmaceutical sciences review and research.Vol 12 (1): 89-94.
- Oluduro A, 2012. Evaluation of antimicrobial properties and nutritional potentials of *moringaoleifera lam.* in south-western Nigeria. Malaysian journal of microbiology. Vol. 8(2): 59-67
- Peoloengan M, Chairul, Iyep K, Siti S, Susan MN. 2006. Aktivitas antimikroba dan fitokimia dari beberapa tanaman obat. Seminar nasional teknologi peternakan dan veteriner : 974-978
- Sari PS, Shofi M. 2005. Ekstraksi zat aktif antimikroba dari tanaman yodium (*jatropha multifida linn*) sebagai bahan baku alternatif antibiotik alami. jurusan teknik kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. 1-7
- Sigh GRS, Negi SP, Radha C. 2013. Phenolic composition, antioxidant and antimicrobial activities of free and bound phenolic extracts of moringa oleifera seed flour. Journal of functional foods. 1883-1891
- Vinoth B, Manivasagaperumal, Balamurugan. (2012). Phytochemical analysis and antibacterial activity of *moringa oleifera lam.* International journal of research in biological sciences. Vol. 2(3): 98-102

KITOSAN SEBAGAI PENGAWET ALAMI BAKSO ITIK MANILA (*Cairina moschata*)

*Chitosan as a Natural Preservative of Manila Duck (*Cairina moschata*) Meatballs*

Astuti Setyowati*, Sugiyanto, Agus Slamet
Prodi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Agroindustri, Universitas Mercu Buana Yogyakarta
Jl. Wates Km 10, Yogyakarta, Indonesia

*Email: astuti.setyowati@gmail.com

ABSTRACT

Meatballs are processed meats that have high moisture content and can be easily damaged. The manila duck meat has the potential to be made meatballs with natural preservative chitosan. The aim of this study was to determine the effects of chitosan coating and storage temperature on the microbial growth, TBA value, texture and moisture loss. The manila duck meatballs produced were stored at ambient temperature and refrigeration temperature. The manila duck meatballs stored at ambient temperature was observed at the hours of 0, 12 and 24, whereas the meatballs stored at refrigeration temperature were observed on days of 0, 5, 10 and 15. The results showed that the manila duck meatballs with total plate count below 10^5 colonies/g, low moisture loss (2.53%), good texture (7.05 kg) and not rancid flavour with TBA value of 1.03 mg malonaldehyde/kg were obtained from the manila duck meatballs coated with the chitosan and stored at refrigeration temperature until 10 day storage.

Keywords: chitosan, manila duck meatballs, storage temperature.

ABSTRAK

Bakso merupakan olahan daging yang memiliki kadar air tinggi dan mudah rusak. Daging itik manila mempunyai potensi untuk dibuat bakso dengan pengawet alami kitosan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pelapisan kitosan dan suhu penyimpanan terhadap pertumbuhan mikrobia, nilai TBA, tekstur dan susut berat. Bakso itik manila yang dihasilkan disimpan pada suhu kamar dan suhu dingin. Bakso itik manila yang disimpan pada suhu kamar diamati pada jam ke 0, 12 dan 24, sedangkan yang disimpan pada suhu dingin diamati pada hari ke 0, 5, 10 dan 15. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bakso itik manila dengan angka lempeng total di bawah 10^5 koloni/g, susut berat rendah (2,53%), tekstur masih baik (7,05 kg) dan aroma belum tengik dengan nilai TBA 1,03 mg malonaldehid/kg diperoleh dari bakso itik manila yang dilapisi kitosan dan disimpan pada suhu dingin hingga penyimpanan 10 hari.

Kata kunci: kitosan, bakso itik manila, suhu penyimpanan.

PENDAHULUAN

Impor daging sampai saat ini terutama diperlukan untuk memenuhi permintaan konsumen kelas menengah ke atas, hotel-hotel berbintang atau rumah makan yang membutuhkan daging bermutu baik. Oleh karena itu, perlu dicari penghasil daging selain ternak ruminansia besar sebagai alternatif untuk mempercepat upaya peningkatan produksi daging sehingga mengurangi impor daging. Salah satu alternatif yang dapat ditempuh antara

lain dengan pemanfaatan produk-produk baik unggas yang sudah populer (ayam ras dan buras) maupun unggas lainnya (itik dan entok). Itik dan entok dapat disebut sebagai ternak harapan dengan meningkatkan pemanfaatan anak itik jantan, sedangkan entok dapat dipelihara seperti ayam buras (Basuno dan Abdelsamie, 1985). Produk unggas, misalnya ayam buras atau entok mempunyai beberapa kelebihan, antara lain harganya relatif lebih murah daripada produk ruminansia besar, bahkan petani dapat memelihara sendiri.

Selain itu dalam upaya pemenuhan dan perbaikan gizi masyarakat melalui konsumsi protein hewani, maka perlu pemanfaatan sumber daya lokal yang optimal. Salah satu sumber daya lokal yang ketersediaannya cukup luas tetapi belum termanfaatkan dengan baik adalah daging unggas air (itik dan entok). Hal ini tidak terlepas dari karakteristik daging unggas air yang mempunyai bau lebih amis (*off flavor*) dibanding ayam. Selain itu unggas air dengan warna daging yang merah juga membuat penampilannya kurang menarik dibanding dengan warna daging ayam yang putih. Untuk meningkatkan nilai tambah daging itik dapat diupayakan dengan teknik dan variasi pengolahan yang kiranya dapat mengurangi *off flavor* sehingga dapat meningkatkan selera konsumen. Bakso adalah jenis makanan yang hampir disukai semua orang. Umumnya daging yang digunakan untuk pembuatan bakso adalah daging sapi, ayam dan ikan. Daging unggas air (itik atau entok) sampai saat ini belum digunakan sebagai bahan pembuat bakso, namun telah dilakukan penelitian tentang bakso daging unggas air ini. Menurut Mega *et al.* (2009), bakso yang dihasilkan dari itik manila yang disubstitusi tepung sagu mempunyai kadar air dan protein tidak dipengaruhi level daging itik, namun kadar lemaknya lebih tinggi daripada bakso daging sapi. Tidak terdapat perbedaan terhadap karakteristik organoleptik (warna, bau, rasa dan tekstur) dengan adanya perbedaan level daging dalam bakso.

Permasalahannya adalah sampai saat ini masyarakat masih menggunakan formalin untuk pengawet pangan yang diolahnya misalnya tahu, ikan asin, mi basah dan bakso dan menurut temuan Balai Besar Pengawasan Obat dan Makanan produk tersebut positif mengandung formalin. Dengan demikian diperlukan pengawet alami yang tidak beracun, tidak berbahaya bagi kesehatan dan mudah terurai (*biodegradable*) yaitu kitosan. Keunggulan kitosan yang sangat penting adalah kemampuannya sebagai bahan pengawet yang dapat menghambat berbagai pertumbuhan mikroba perusak makanan. Konsentrasi kitosan yang optimal untuk digunakan sebagai pengawet bakso adalah 1,5% dengan masa simpan selama 3 hari, namun aplikasinya pada bakso itik manila belum diteliti.

Tujuan penelitian ini adalah mengaplikasikan kitosan pada bakso itik manila yang disimpan pada suhu kamar dan suhu dingin sehingga awet dan tidak berbahaya bagi kesehatan.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan untuk penelitian adalah daging itik manila yang diperoleh dari rumah potong di Bantul Yogyakarta. Bahan pengisi yang digunakan adalah tepung sagu, bawang putih, garam dapur dan es batu. Bahan kimia untuk pengawet alami yaitu kitosan dari kulit udang *black tiger food grade* dengan Derajat Deasetilasi 87,5% didapat dari

laboratorium Institut Pertanian Bogor, Bogor, sedang untuk ujikomposisi bakso, angka lempeng total (*Total Plate Count*) dan nilai TBA (*Thiobarbituric acid*) didapat dari laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian Universitas Mercu Buana Yogyakarta.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *meat grinder*, *hardness tester*, lemari es, oven, *soxhlet*, *micro kjeldahl*, spektrofotometer, *muffle furnace*, inkubator, cawan petri, *vortex* dan alat-alat gelas.

Penelitian ini terdiri dari 4 tahap yaitu 1) pembuatan bakso itik manila, 2) analisis komposisi bakso itik manila, 3) pelapisan kitosan pada bakso itik manila dan 4) uji karakteristik bakso itik manila meliputi : angka lempeng total, nilai TBA, uji tekstur, persentase susut berat selama penyimpanan bakso itik manila pada suhu kamar (28°C) dan suhu dingin (5°C).

Pembuatan bakso itik manila

Daging dada dan paha itik manila digiling menggunakan *meat grinder* sehingga didapatkan daging lumat. Kemudian daging lumat diberi tepung sagu: daging = 1:3, garam 2% dari berat daging, bawang putih 1,2% dari berat daging dan es batu sebanyak 20% dari berat daging. Selanjutnya campuran bahan-bahan tersebut dilumatkan kembali agar homogen. Pasta yang didapat kemudian dibentuk menjadi bulatan bakso dengan menggunakan sendok lalu dimasukkan ke dalam air panas. Setelah bakso masak dan mengapung di atas permukaan air, bakso diangkat lalu diangin-anginkan.

Analisis komposisi bakso itik manila

Bakso yang dihasilkan dianalisis komposisinya meliputi kadar air menggunakan metode gravimetri (AOAC, 1990) dengan pemanasan sampel dalam oven suhu 105°C sampai berat konstan. Kadar lemak ditentukan dengan metode *Soxhlet* menggunakan petroleum eter sebagai pelarut, ekstrak yang didapatkan dikeringkan dalam oven dan selanjutnya ditimbang. Kadar protein dianalisis menggunakan metode mikro *Kjeldahl* melalui tahapan *digestion*, distilasi dan titrasi, sedang kadar abu dengan metode secara langsung (kering) (Apriyantono, *et al.*, 1989)

Pelapisan kitosan bakso itik manila

Bakso yang dihasilkan satu bagian dikemas menggunakan polietilen ketebalan 0,08 mm. Satu bagian yang lain dilapisi kitosan dengan cara merendam bakso dalam larutan kitosan 1,5% selama 1 jam. Cara membuat larutan kitosan 1,5% adalah ditimbang kitosan 1,5 g dimasukkan labu takar 100 ml kemudian ditambah larutan asam asetat 1%. Setelah itu bakso ditiriskan, dikeringanginkan dan dikemas menggunakan polietilen 0,08 mm. Selanjutnya bakso dalam kemasan disimpan pada suhu kamar dan suhu dingin.

Uji karakteristik bakso itik manila

Uji angka lempeng total menurut SNI 3818-2014 (Anonim, 2014), nilai TBA (Apriyantono *et al.*, 1989), tekstur menggunakan *hardness tester* dan persentase susut berat (Pranoto, Rakshit, 2008) bakso itik manila yang disimpan pada suhu kamar diamati setiap 12 jam selama 24 jam, sedang yang disimpan pada suhu dingin diamati setiap 5 hari selama 15 hari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bakso Itik Manila

Hasil analisis komposisi bakso itik manila adalah kadar air 70.37% bb, abu 0.96% bb, protein 13.52% bb dan lemak 0.37% bb. Hasil penelitian Mega *et al.* (2009) menghasilkan bakso itik manila yang dibuat dari perbandingan daging dan tepung sagu 3:1 mengandung air 62.38%, protein 10.05% dan lemak 1.23%. Terdapat perbedaan komposisi bakso itik manila dengan hasil penelitian Mega *et al.* (2009), hal ini disebabkan antara lain tempat tumbuh, pakan, umur itik manila yang berbeda sehingga mempengaruhi komposisi daging sebagai bahan baku bakso. Menurut SNI 3818-2014 (Anonim, 2014) persyaratan mutu bakso daging kombinasi adalah kadar air maksimum 70% bb, abu maksimum 3.0% bb, protein minimal 8.0% bb dan lemak maksimum 10% bb. Dengan demikian bakso itik manila hasil penelitian memenuhi syarat SNI 3818-2014 untuk komposisi tersebut.

Bakso itik manila dikemas polietilen dan disimpan pada suhu ruang selama 24 jam dan suhu dingin selama 15 hari mengalami perubahan-perubahan angka lempeng total, nilai TBA, tekstur dan susut berat tergantung tidak dilapisi atau dilapisi kitosan.

Angka lempeng total, nilai TBA, tekstur dan susut berat bakso itik manila yang disimpan pada suhu kamar

Angka lempeng total, nilai TBA, tekstur dan susut berat bakso itik manila tanpa kitosan dan dengan kitosan yang disimpan pada suhu kamar dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Angka lempeng total, nilai TBA, tekstur dan susut berat bakso itik manila tanpa kitosan dan dengan kitosan yang disimpan pada suhu kamar

Perlakuan	Angka lempeng total (koloni/g)	Nilai TBA (mg malonaldehid/kg)	Tekstur (kg)	Susut berat (%)
Tanpa kitosan				
0 jam	1.75x10 ⁴	0.08±0.01 ^a	6.12±0.40 ^a	0.00±0.00 ^a
12 jam	33.50x10 ⁴	0.16±0.04 ^b	5.75±0.23 ^a	0.33±0.01 ^c
24 jam	-	0.30±0.05 ^c	5.75±0.26 ^a	0.62±0.15 ^e
Dengan kitosan				
0 jam	1.00x10 ⁴	0.06±0.00 ^a	7.65±0.24 ^b	0.00±0.00 ^a
12 jam	7.50x10 ⁴	0.15±0.00 ^b	7.22±0.09 ^b	0.27±0.04 ^b
24 jam	14.50x10 ⁴	0.25±0.01 ^c	6.67±0.23 ^b	0.44±0.05 ^d

Keterangan : notasi yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata ($P \leq 0.05$) pada kolom yang sama

Angka lempeng total mikrobial

Bakso itik manila tanpa dilapisi kitosan disimpan pada suhu kamar selama 24 jam karena setelah 12 jam bakso mulai rusak. Pengamatan angka lempeng total bakso itik manila pada jam ke 0 dan 12, sedang yang dilapisi kitosan diamati sampai jam ke 24 (Tabel 1). Berdasarkan Tabel 1, selama penyimpanan peningkatan angka lempeng total bakso itik manila tanpa dilapisi kitosan lebih cepat dari pada dilapisi kitosan. Hal ini disebabkan adanya kitosan yang melapisi bakso itik manila bersifat antimikrobia. Menurut Rabea *et al.*, (2003) kitosan bersifat antimikrobia baik mikrobial patogen maupun perusak. Efek bakteristatik dan bakterisidal kitosan karena terjadinya ikatan antara gugus amino yang bermuatan positif dalam kitosan ($-NH_3^+$) dengan gugus karboksilat (COO^-) yang bermuatan negatif pada permukaan membran sel bakteri yang menyebabkan gangguan membran diikuti rusaknya komponen sel. Selain itu kitosan bersifat *chelate toxic* dan ion logam esensial (Jeon, Park, 2005) seperti ion besi dan seng yang diperlukan untuk pertumbuhan bakteri. Hal tersebutlah yang menyebabkan kitosan bersifat antimikrobia. Kadar air bakso itik manila hasil penelitian 70.37% dan susut beratnya rendah pada jam ke 12 yaitu 0.33%, sehingga adanya air tersebut cukup mendukung berkembang biaknya mikrobial. Menurut Pranoto *et al.* (2005), kitosan dapat diaplikasikan sebagai antimikrobia atau film edibel bioaktif pada bakso sapi yang dilapisi film edibel.

Nilai TBA

Tingkat oksidasi lipida dapat dievaluasi dengan pengukuran *malonaldehyde* (MDA) bereaksi dengan asam *thiobarbituric* (TBA) yang telah dilakukan untuk menilai oksidasi dalam berbagai produk daging seperti olahan daging sapi, daging giling yang dimasak, sosis dan daging sapi (Dzudie *et al.*, 2004; Ferrari, Torres, 2002; Ahn *et al.*, 2002; Wu *et al.*, 2000). Berdasarkan Tabel 1 nilai TBA bakso itik manila tanpa kitosan dan dilapisi kitosan meningkat selama penyimpanan pada suhu kamar. Peningkatan nilai TBA menunjukkan adanya reaksi oksidasi lipida dalam bakso itik manila selama penyimpanan. Nilai TBA bakso itik manila yang dilapisi kitosan sedikit lebih rendah dari pada tanpa dilapisi kitosan, namun secara statistik tidak menunjukkan perbedaan. Hal ini disebabkan kitosan dapat menghambat oksidasi lipida menjadi malonaldehid. Menurut Rao *et al.* (2005) kitosan bersifat antioksidan dan pelapisan kitosan dapat menurunkan peroksidasi lipida yang ditandai oleh menurunnya nilai TBA. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Pranoto, Rakshit (2008), bahwa bakso sapi yang dilapisi kitosan nilai TBAny lebih rendah dari pada tanpa dilapisi kitosan selama penyimpanan. Pelapisan kitosan yang dicampur dengan minyak bawang putih dan potasium sorbat menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap penurunan nilai TBA atau ketengikan.

Nilai TBA bakso itik manila awal rata-rata 0.07 mg malonaldehid/kg, lebih rendah dibanding bakso sapi yaitu sebesar 0.33 mg malonaldehid/kg (Pranoto, Rakshit, 2008). Hal ini disebabkan bakso itik manila mengandung lemak lebih rendah (0.37%) dibanding bakso sapi (5%) menurut Pranoto, Rakshit (2008).

Tekstur

Kitosan adalah polisakarida kationik yang mempunyai beberapa sifat yaitu selain sebagai antimikrobia juga sebagai pembentuk tekstur dan bahan pengikat (*binder agent*)(Hardinge-Lyme, 2001). Berdasarkan Tabel 1 tekstur bakso itik manila tanpa kitosan lebih lunak dari pada yang dilapisi kitosan, sedang lama penyimpanan tidak mempengaruhi teksturnya. Hal ini disebabkan kitosan yang dilarutkan dalam asam asetat dapat membentuk gel yang stabil, sehingga setelah digunakan untuk melapisi bakso itik manila memberikan tekstur lebih keras. Menurut Butler *et al.* (1996) film kitosan mempunyai sifat liat, fleksibel dan sulit sobek. Menurut Putra (2013) kitosan 0.1-0.3% dapat menggantikan sodium tripolifosfat sebagai pengental dalam pembuatan bakso.

Susut berat

Bakso itik manila mengandung air cukup tinggi yaitu 70.37%, sehingga selama penyimpanan terjadi penguapan air ke lingkungan atau terjadi susut berat. Berdasarkan Tabel 1 susut berat bakso itik manila tanpa kitosan dan dilapisi kitosan mengalami peningkatan susut berat selama penyimpanan pada suhu kamar. Hal ini disebabkan perbedaan tekanan uap air dalam bakso dan udara diluar bakso, air berpindah dari tekanan uap air tinggi ke yang lebih rendah. Selain itu bakso mengandung pati dari tepung sagu yang mengalami gelatinisasi yang selama penyimpanan terjadi sineresis dan melepaskan airnya. Susut berat bakso itik manila tanpa dilapisi kitosan lebih besar dari pada dengan dilapisi kitosan. Hal ini disebabkan kitosan larut dalam asam mempunyai keunikan yaitu membentuk gel yang stabil, sehingga gel yang melapisi bakso itik manila dapat mencegah penguapan air bakso tersebut. Menurut Pranoto, Rakshit (2008), umumnya perlakuan pelapisan kitosan menunjukkan persentase susut berat lebih kecil dari pada tanpa pelapisan. Susut berat bakso daging sapi tanpa dilapisi kitosan lebih besar dari pada dilapisi kitosan selama penyimpanan 3 hari pada suhu kamar.

Angka lempeng total, nilai TBA, tekstur dan susut berat bakso itik manila yang disimpan pada suhu dingin

Pendinginan digunakan sebagai salah satu cara pengawetan bahan pangan, karena antara lain dapat menghambat kerusakan oleh mikrobia, mempertahankan citarasa (*flavour*) dan menekan kehilangan air. Dengan demikian dalam penelitian ini bakso itik manila tanpa kitosan dan dengan kitosan yang disimpan suhu dingin diamati angka lempeng total, nilai TBA, tekstur dan susut berat(Tabel 2).

Tabel 2. Angka lempeng total, nilai TBA, tekstur dan susut berat bakso itik manila tanpa kitosan dan dengan kitosan yang disimpan pada suhu dingin

Perlakuan	Angka lempeng total (koloni/g)	Nilai TBA (mg malonaldehid/kg)	Tekstur (kg)	Susut berat (%)
Tanpa kitosan				
0 hari	3.50x10 ⁴	0.20±0.08 ^b	7.37±0.25 ^b	0.00±0.00 ^a
5 hari	1.50x10 ⁴	0.31±0.00 ^c	8.25±0.29 ^c	0.50±0.31 ^b
10 hari	27.00x10 ⁴	0.43±0.00 ^d	8.40±0.37 ^c	1.34±0.86 ^c
15 hari	32.50x10 ⁴	0.55±0.26 ^e	8.50±0.33 ^c	1.97±0.92 ^d
Dengan kitosan				
0 hari	4.25x10 ⁴	0.06±0.01 ^a	6.35±0.24 ^a	0.00±0.00 ^p
5 hari	0.25x10 ⁴	0.53±0.02 ^e	7.27±0.25 ^b	1.48±0.11 ^q
10 hari	6.75x10 ⁴	1.03±0.01 ^f	7.05±0.13 ^b	2.53±0.14 ^r
15 hari	14.00x10 ⁴	1.07±0.02 ^f	6.20±0.53 ^a	4.06±0.28 ^s

Keterangan : notasi yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata ($P \leq 0.05$) pada kolom yang sama

Angka lempeng total

Bakso itik manila tanpa dilapisi kitosan dan dilapisi kitosan disimpan pada suhu dingin selama 15 hari dan diamati angka lempeng totalnya setiap 5 hari. Berdasarkan Tabel 2, selama penyimpanan pada suhu dingin terjadi peningkatan angka lempeng total pada bakso itik manila baik yang tanpa dilapisi kitosan dan dilapisi kitosan. Peningkatan angka lempeng total bakso tanpa dilapisi kitosan lebih cepat dari pada yang dilapisi kitosan. Hal ini disebabkan kitosan mempunyai sifat sebagai antimikrobia. Menurut Begin, Calsteren (1999) kitosan larut dalam pelarut asam organik dan membentuk film. Asam organik yang digunakan misalnya asam asetat, asam format dan asam laktat, mempunyai aktivitas yang sinergis sebagai antimikrobia. Asam tersebut merupakan bahan *food-grade* sehingga terbentuk *food-grade film* dari kitosan yang aman.

Angka lempeng total bakso tanpa dilapisi kitosan dan yang dilapisi kitosan menurun setelah disimpan selama 5 hari kemudian meningkat kembali. Hal ini disebabkan pada penyimpanan suhu dingin aktivitas mikrobia menurun karena suhu dingin tersebut kurang sesuai untuk pertumbuhan mikrobia. Setelah 5 hari mikrobia mulai beradaptasi terhadap suhu dingin dan dapat tumbuh secara lambat. Selain itu pelapisan kitosan dapat menekan pertumbuhan mikrobia selama penyimpanan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Pranoto, Rakshit (2008), bakso daging sapi yang dilapisi kitosan dan disimpan pada suhu 4°C menurun angka lempeng totalnya setelah 5 hari dari 1,78 log (CFU/g) menjadi 1,40 log (CFU/g). Selama penyimpanan sampai 20 hari pertumbuhan mikrobia ditekan dan lebih rendah dari pada tanpa dilapisi kitosan.

Menurut SNI 3818-2014 (Anonim, 2014) angka lempeng total maksimum yang masih diijinkan adalah maksimal 1x10⁵ koloni/g. Dengan demikian bakso itik manila tanpa dilapisi kitosan dan disimpan pada suhu kamar layak konsumsi tidak sampai 12 jam penyimpanan, yang disimpan pada suhu dingin layak konsumsi sampai penyimpanan 5 hari. Hal ini sesuai dengan pendapat Purnomo, Adiono (1987) bahwa daging yang disimpan pada

suhu dingin mempunyai daya tahan tidak lebih dari 5 hari. Bakso itik manila yang dilapisi kitosan dan disimpan pada suhu kamar layak konsumsi sampai penyimpanan 12 jam, sedang yang disimpan pada suhu dingin layak konsumsi sampai penyimpanan 10 hari. Hasil penelitian ini lebih rendah daya simpannya dibanding bakso daging sapi hasil penelitian Pranoto, Rakshit (2008) karena kitosan yang digunakan mempunyai Derajat Deasetilasi 87.5% lebih rendah dari yang digunakan peneliti sebelumnya yaitu 95%. Selain itu kadar air bakso hasil penelitian ini 70.37% lebih tinggi dari kadar air bakso peneliti sebelumnya yaitu 60%. Namun penggunaan lapisan kitosan pada bakso itik manila sudah dapat meningkatkan umur simpan pada penyimpanan baik suhu kamar maupun suhu dingin.

Nilai TBA

Bakso dibuat dari daging yang digiling menggunakan *meat grinder*, sehingga mengalami tekanan tinggi. Seperti halnya bakso, pembuatan sosis juga memperlakukan tekanan tinggi untuk tujuan homogenisasi. Nilai oksidasi sosis dengan perlakuan tekanan tinggi lebih tinggi dibanding daging yang dicincang. Adanya tekanan menyebabkan oksidasi lipida dalam gel ikan (Perez-Mateos *et al.*, 2002). Berdasarkan Tabel 2 nilai TBA bakso itik manila tanpa dan dengan dilapisi kitosan mengalami kenaikan selama penyimpanan pada suhu dingin, hal ini disebabkan terjadi oksidasi lipida oleh oksigen. Nilai TBA bakso itik manila yang dilapisi kitosan peningkatannya lebih cepat dari pada yang tidak dilapisi kitosan. Hal ini disebabkan kitosan yang digunakan dilarutkan dalam asam asetat yang dapat bereaksi dengan asam tiobarbiturat dan berikatan dengan komponen pangan lainnya, yang menyebabkan nilai TBAnya lebih tinggi. Menurut Guillén-Sans, Guzmán-Chozas (1998) adonan sosis ikan yang dibuat dengan kitosan yang dilarutkan dalam asam asetat nilai oksidasinya lebih tinggi dibanding adonan tanpa kitosan dan kitosan bubuk selama penyimpanan pada suhu dingin. Hal ini disebabkan asam asetat dapat bereaksi dengan TBA dan juga medium asam dapat melepas lebih banyak substansi reaktif TBA yang berikatan dengan komponen pangan lainnya. Nilai TBA bakso itik manila dengan kitosan mengalami kenaikan tinggi dalam 5 hari penyimpanan pada suhu dingin, selanjutnya konstan setelah 10 hari penyimpanan. Nilai TBA untuk bakso itik manila yang tidak dilapisi kitosan terjadi kenaikan angka TBA yang signifikan mulai hari ke 0 hingga hari ke 15 pada penyimpanan suhu dingin. Hasil ini serupa dengan penelitian yang dilakukan oleh Rakshit, Pranoto (2008) yang menyatakan bahwa pelapisan kitosan pada bakso daging sapi yang disimpan suhu dingin (4°C) terjadi kenaikan signifikan untuk hari ke 5 penyimpanan dan mulai stabil pada penyimpanan 10 hari. Pada bakso (kontrol) tanpa pelapisan kitosan terjadi kenaikan yang signifikan sejak hari ke 0 hingga hari ke 20 selama penyimpanan suhu dingin.

Nilai TBA bakso itik manila hasil penelitian maksimal 1.07 mg malonaldehid/kg, angka tersebut masih belum melebihi standar mutu nilai TBA dalam bahan pangan yakni maksimal sebesar 1.286 mg malonaldehid/kg bahan (Kurade, Baronowski, 1987 dalam Wardany, 2004). *Mutton kabab* (kabab daging domba) yang disimpan 1 hari mempunyai nilai TBA 1.5 mg malonaldehid/kg (Rao *et al.*, 2005).

Tekstur

Bakso itik manila termasuk produk yang pembuatannya didasarkan pada pembentukan gel dari jaringan protein daging sehingga mempunyai tekstur kenyal. Berdasarkan Tabel 2 bakso itik manila tanpa dan dengan dilapisi kitosan yang disimpan pada suhu dingin mengalami kenaikan nilai tekstur selama penyimpanan 10 hari, hal ini disebabkan persentase susut beratnya meningkat. Peningkatan susut berat menyebabkan bahan menjadi lebih kering dan teksturnya lebih keras. Salah satu faktor yang mempengaruhi tekstur bahan pangan adalah besarnya kandungan air. Menurut Winarno (2002) kadar air merupakan salah satu faktor yang memiliki pengaruh besar terhadap bahan olahan. Kandungan air dalam komponen bahan pangan dapat mempengaruhi sifat fisik, perubahan kimia, perubahan mikrobiologi dan perubahan enzimatis. Perubahan-perubahan tersebut akan mempengaruhi tekstur, penampakan, bau dan cita rasa makanan (Buckle *et al.*, 1987).

Nilai tekstur bakso itik manila yang dilapisi kitosan lebih lunak dibanding dengan yang tidak dilapisi kitosan. Hal ini disebabkan kitosan yang dilarutkan dalam asam mampu membentuk gel yang sifatnya fleksibel sehingga memberikan tekstur lebih lunak. Menurut Nadarajah *et al.* (2006) kitosan udang yang dilarutkan asam menghasilkan sifat film yang berbeda-beda. Film dari kitosan yang dilarutkan asam asetat bersifat transparan, berwarna kuning, fleksibel, tidak lengket dengan permukaan halus dan sedikit berbau asam.

Selama penyimpanan pada suhu dingin bakso itik manila yang dilapisi kitosan meningkat teksturnya sampai hari ke 10 setelah itu teksturnya menurun. Peningkatan tekstur keras disebabkan adanya peningkatan *adhesiveness* dan *elasticity* bakso selama penyimpanan pada suhu dingin. Menurut López-Caballero *et al.* (2005) sosis tanpa kitosan dan dengan kitosan yang disimpan pada suhu dingin cenderung lebih keras dengan meningkatnya *adhesiveness* dan *elasticity*. Penurunan tekstur keras bakso itik manila pada hari ke 15 disebabkan adanya degradasi protein oleh aktivitas mikrobia yang didukung dengan angka lempeng total yang semakin meningkat. Menurut Montero *et al.* (1998) penurunan tekstur keras *blue whiting gel* setelah penyimpanan 20 hari disebabkan putus ikatan yang kuat pada protein atau terjadinya degradasi protein oleh aktivitas mikrobia (± 6 log CFU/g).

Susut berat

Kitosan mempunyai gugus hidrofilik, penggabungan dengan bahan yang bersifat hidrofobik membantu pelapisan sehingga berperan sebagai perintang air dan mengurangi kehilangan air dari bakso yang dilapisi kitosan (Wu *et al.*, 2001). Berdasarkan Tabel 2 susut berat bakso itik manila tanpa kitosan dan dilapisi kitosan mengalami peningkatan susut berat selama penyimpanan pada suhu dingin. Hal ini disebabkan terjadi proses desikasi atau pengurangan air karena penguapan kemudian mengembun selama penyimpanan dalam lemari es. Susut berat bakso itik manila yang dilapisi kitosan lebih besar dibanding tanpa dilapisi kitosan, hal ini disebabkan terjadi peningkatan permeabilitas kitosan terhadap uap air akibat dilarutkan dalam asam asetat (antimikrobia). Dengan demikian air yang ada dalam

bakso mudah keluar yang menyebabkan susut beratnya lebih besar. Menurut Pranoto *et al.* (2005), selama penyimpanan pada suhu dingin terjadi penggabungan kitosan dengan bahan antimikrobia yang cenderung meningkatkan nilai permeabilitas air dari film kitosan. Nilai tersebut lebih tinggi jika level bahan yang bergabung meningkat. Bahan yang bergabung mendukung interaksi molekuler lebih besar dalam film kitosan, selanjutnya kekompakan struktur film berkurang. Hal inilah yang menyebabkan air mudah melewati lapisan kitosan.

KESIMPULAN

Secara umum dapat disimpulkan bahwa pelapisan kitosan pada bakso itik manila yang disimpan pada suhu kamar dan suhu dingin dapat menghambat kerusakan oleh mikrobia, oksidasi lipida, tekstur dan susut berat. Bakso itik manila tanpa dilapisi kitosan dan disimpan pada suhu kamar layak konsumsi tidak sampai 12 jam penyimpanan, sedang yang disimpan pada suhu dingin layak konsumsi sampai penyimpanan 5 hari dengan angka lempeng total $1,50 \times 10^4$ koloni/g. Bakso itik manila yang dilapisi kitosan dan disimpan pada suhu kamar layak konsumsi sampai penyimpanan 12 jam dengan angka lempeng total $7,50 \times 10^4$ koloni/g. Bakso itik manila yang dilapisi kitosan dan disimpan pada suhu dingin layak konsumsi sampai penyimpanan 10 hari dengan angka lempeng total $6,75 \times 10^4$ koloni/g, belum tengik dengan nilai TBA 1.03 mg malonaldehid/kg, tekstur masih baik (7,05 kg) dan susut beratnya rendah (2.53%).

DAFTAR PUSTAKA

- Ahn, J., I.U Grün., L.N.Fernando, 2002. Antioxidant properties of natural plant extracts containing polyphenolic compounds in cooked ground beef. *J Food Sci.* 67: 1364-1369.
- Anonim, 2014. Bakso daging. Standar Nasional Indonesia (SNI03818-2014). Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- AOAC, 1990. *Official Methods of Analysis Association Official Agricultural Chemistry*. Washington D.C.
- Apriyantono, A.D., Fardiaz, N.L., Puspitasari, Sedarnawati, Bidiyanto, S., 1989. *Petunjuk Laboratorium Analisa Pangan*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Basuno, E., Abdelsamie, R.E., 1985. Survey itik manila di desa Pandansari, Ciawi, Bogor. *Proceedings Seminar Peternakan dan Forum Peternak Unggas dan Aneka Ternak*. Puslitbang Peternakan. Badan Litbang Pertanian. Bogor. Hal. 285-289.
- Begin, A., M.R. Van Calsteren, 1999. Antimicrobials film produced from chitosan. *Int J Biol. Macromol* 26:63-7.
- Buckle, K.A., R.A. Edwards, G.H. Fleet, M. Wootton, 1987. *Ilmu Pangan (terjemahan)*. UI-Press, Jakarta.

- Butler, B.L., P.J. Vergano, R.F. Testin, J.M. Bunn, J.L. Wiles, 1996. Mechanical and barrier properties of edible chitosan films as affected by composition and storage. *J Food Sci.* 61:953-61.
- Dzudie, T., C.P. Kouebou, J.J. Essia-Ngang, C.M.F. Mbofung, 2004. Lipid sources and essential oils effects on quality and stability of beef patties. *Journal of Food Engineering* 65: 67-72.
- Ferrari, C.K.B., E.A.F.S., Torres, 2002. Lipid oxidation and quality parameters of sausages marketed locally in the town of São Paulo (Brazil). *Czech J Food Sci* 20: 144-150.
- Guillén-Sans, M. Guzmán-Chozas, 1998. The thiobarbituric acid (TBA) reaction in food : a review. *Crit Rev Food Sci Nutr* 38(4);315-30.
- Hardinge-Lyme, N., 2001. Chitosan-containing liquid compositions and methods for their preparation and use. E-nutraceuticals, Inc.: New York, N.Y.: filed 1999 July 29. U.S. Patent 6,323,189 B1.
- Jeon, C., K.H. Park, 2005. Adsorption and desorption characteristics of mercury (II) ions using aminated chitosan bead. *Water Res* 39:3933-44.
- López-Caballero, M.E., M.C. Gómez-Guillén, M. Pérez-Mateos, P. Montero, 2005. A functional chitosan-enriched fish sausage treated by high pressure. *J Food Sci* 70(3):M166-171.
- Montero, P., M. Pérez-Mateos, A.J. Borderias, 1998. Chilled storage of high pressure and heat induced gel of blue whiting (*Micromesistius poutassou*) muscle. *Z. Lebens Forsch* 207:146-53.
- Nadarajah, K., W. Prinyawiwatkul, H.K. No, S. Sathivel, z. Xu, 2006. Sorption behavior of crawfish chitosan films as affected by chitosan extraction processes and solvent types. *J Food Sci.* 71(2):E33-39.
- Pérez-Mateos, M., M.C. Gómez-Guillén, J.L. Hurtado, T. Solas, P. Montero, 2002. The effect of rosemary extract and omega-3 unsaturated fatty acids on the properties of gels made from the flesh of mackerel (*Scombers combrus*) by high pressure and heat treatments. *Food Chem* 79(1):1-8.
- Putra, F.K., 2013. Sifat fisik kimia organoleptik bakso daging sapi dengan penambahan wortel dan kitosan sebagai pengenyal. (Skripsi). Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan. Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Mega, O., Kaharuddin, D. Kusuyah dan Fenita, Y., 2009. Pengaruh beberapa level daging itik manila dan tepung sagu terhadap komposisi kimia dan sifat organoleptik bakso. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia* Vo.3, No.1 : 30-34.
- Purnomo, H., Adiono, 1987. Ilmu Pangan (terjemahan). Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press). Jakarta.
- Pranoto, Y., Rakshit, S.K., Salokhe, V.M., 2005. Enhancing antimicrobial activity of chitosan film by incorporating garlic oil, potassium sorbate and nisin. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie-food Science and Technology* 38:859-865.
- Pranoto, Y., Rakshit, S.K., 2008. Effect of chitosan coating active agents on microbial growth, rancidity and moisture loss of meatball during storage. 28:167-173.

-
- Rabea, E.I., M.E. Badawy, C.V. Stevens, G. Smagghe, W. Steurbaut, 2003. Chitasan as antimicrobial agents : applications and mode of action. *Biomacromolecules* 4:1457-65.
- Rao, M.S., R. Chander, A. Sharma, 2005. Development of shelf-stable intermediate-moisture meat products using active edible chitosan coating and irradiation. *J Food Sci* 70(7):M325-331.
- Wardhany, A. P., 2004. Pengaruh penggunaan asam sitrat dan BHT (Butilhidroksitoluen) terhadap karakteristik selama masa penyimpanan kelapa parut kering. (Skripsi). Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Katolik Soegijapranata. Semarang.
- Winarno, F.G., 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta (ID): Gramedia Pustaka Utama.
- Wu, Y., Weller, C.I., Hamouz, E., Cuppett, S. and Schnepf, M., 2001. Moisture loss and lipid oxidation for precooked ground-beef patties packaged in edible starch-alginate-based composite films. *Journal of Food Science* 66: 486-493.

PENGARUH IMBANGAN TEPUNG KOMPOSIT TERHADAP KARAKTERISTIK FISIK COOKIES

The Impact of Proportion Composite Flour on The Physical Characteristics of Cookies

Sukarminah, E¹, Wulandari, E¹, Lanti, I¹, Sufrawati, F²
Teknologi Industri Pangan, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran
Bandung Indonesia Jl. Raya Bandung-Sumedang km 21 Jatinangor Bandung

Email : e.sukarminah@yahoo.com

¹ Dosen Teknologi Industri Pangan, ² Alumnus Fakultas Teknologi Industri Pertanian

ABSTRACT

Sorghum (Sorghum bicolor L. Moench), as one of the most important cereals in the world, has not gain proper recognition in Indonesia. Sorghum flour could substitute the application of wheat flour in various food products, such as cookies. Utilization of sorghum flour as cookies ingredients can be combined with other flour, thus creating composite flour. The purpose of this research is to attain a balanced proportion of sorghum flour, sweet potato flour, and soybean flour in order to produce fine characteristics of cookies and good consumer acceptance. The research method is based on Experimental Method with Randomized Block Design (RBD) consisting twelve treatments and two repetitions. The treatments being tested are sorghum flour proportions (in 6, 8, and 10 minutes dehulling time), sweet potato flour, and soybean flour. The result of the research shows that cookies with proportion of 70:10:20 produce the best characteristics, with yield value of 90.6%, spreading level of 43.34%, hardness 1,750.86 gf, reddish yellow hue, slightly preferred organoleptic characteristics (overall appearance, color, taste, aroma, and hardness) by panelists, moisture content 3,90%, ash content 2,41%, protein content 9,69%, fat content 21,89%, and carbohydrate content 62,01%.

Keywords : Sorghum, Sweet potato flour, Soyabeen flour, Cookies.

ABSTRAK

Sorgum yang merupakan tanaman sereal terpenting di dunia kurang dikenal oleh masyarakat Indonesia. Tepung sorgum dapat digunakan untuk mensubstitusi terigu dalam pembuatan berbagai produk pangan, seperti cookies. Pemanfaatan tepung sorgum sebagai bahan baku cookies dapat dikombinasikan dengan tepung lain sehingga menjadi tepung komposit. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan imbalan tepung sorgum, tepung ubi jalar, dan tepung kedelai yang sesuai agar menghasilkan karakteristik cookies yang baik dan dapat diterima oleh panelis. Metode penelitian yang digunakan adalah metode percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 12 perlakuan dengan ulangan sebanyak 2 kali. Perlakuan yang diujikan adalah imbalan Tepung Sorgum (Lama Penyosohan 6 menit, 8 menit, dan 10 menit), Tepung Ubi Jalar, dan Tepung Kedelai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa cookies dengan imbalan 70:10:20 menghasilkan karakteristik yang terbaik, yaitu nilai rendemen 90.06 %, tingkat pengembangan 44.34 %, kekerasan (hardness) 1750.86 gf, warna kuning kemerahan, karakteristik organoleptik (kenampakan keseluruhan, warna, rasa, aroma, dan kekerasan) agak disukai panelis, kadar air 3,90 %, kadar abu 2,41 %, kadar protein 9,69 %, kadar lemak 21,89 %, dan kadar karbohidrat 62,01 %.

Kata Kunci : Sorgum, Tepung Ubi Jalar, Tepung Kedelai, Cookies.

PENDAHULUAN

Banyaknya produk yang berbahan dasar terigu seperti mie, roti, *cookies*, dan lain-lain menyebabkan Indonesia mengalami ketergantungan terhadap terigu. Impor gandum sebagai bahan baku tepung terigu dari tahun ke tahun terjadi kenaikan minimal 8 %, tahun 2013 impor gandum dari berbagai negara masuk mencapai 6,2 juta ton (Kementerian Pertanian, 2013).

Upaya yang dapat dilakukan untuk menekan konsumsi terigu yaitu memberikan alternatif tepung yang berasal dari sumber daya lokal, salah satunya adalah sorgum. Sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) merupakan komoditas sereal yang belum banyak dikonsumsi masyarakat Indonesia. Sorgum memiliki kandungan nutrisi yang relatif sama dengan beras, gandum, dan jagung. Tanaman sorgum merupakan sumber karbohidrat yang mudah dibudidayakan. Setiap 100 gram biji sorgum, terkandung nilai nutrisi sebagai berikut: 73,0 g karbohidrat, 332 kal. kalori, 3,3 g lemak, 11 g protein, serta nutrisi lainnya (Rukmana dan Oesman, 2001).

Jenis sorgum yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah Sorgum Putih Varietas Lokal Bandung. Jenis sorgum ini memiliki testa berwarna putih dan dapat menghasilkan tepung dengan sifat inderawi menyerupai tepung terigu. Biji sorgum disosoh untuk menghilangkan lapisan kulit perikarp yang dapat menghasilkan tekstur kasar pada produk pangan yang dihasilkan (Mardawati, dkk., 2010).

Biji sorgum dapat diolah menjadi tepung dan bermanfaat sebagai bahan substitusi terigu. Oleh karena itu pengembangan sorgum cukup prospektif dalam upaya memenuhi kebutuhan tepung lokal (Ahza, 1998 dikutip Suarni, 2004). Pemanfaatan tepung sorgum sebagai bahan baku dalam pembuatan *cookies* dapat dikombinasikan dengan tepung bersumber bahan lain sehingga menjadi tepung komposit. Pada penelitian ini, tepung sorgum dikombinasikan dengan tepung kedelai dan tepung ubi jalar.

Biji sorgum yang tidak mengandung cukup gluten dalam proteinnya menyebabkan tepung sorgum lebih cocok digunakan untuk dibuat *cookies* (kue kering) dimana dalam pembuatannya tidak diharapkan adanya pengembangan adonan. *Cookies* merupakan salah satu jenis makanan ringan yang banyak diminati masyarakat.

Penggunaan tepung sorgum sebagai bahan campuran produk pangan belum banyak dilakukan di Indonesia. Untuk meningkatkan kegunaan sorgum sebagai produk olahan pangan, perlu diketahui batas maksimal penambahan tepung sorgum (Mudjisihono dan Suprpto, 1987). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan imbang tepung sorgum, tepung ubi jalar, dan tepung kedelai yang sesuai agar menghasilkan karakteristik *cookies* yang baik.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Bahan :

Tepung sorgum didapatkan dari hasil penggilingan beras sorgum putih varietas Lokal Bandung (dengan lama penyosohan 6, 8 dan 10 menit), tepung ubi jalar dan tepung kedelai

diperoleh dari tepung komersial. Bahan lain yang digunakan margarin, kuning telur, gula halus, susu bubuk skim, *baking powder*, dan garam.

Alat :

Alat yang digunakan antara lain *disc mill*, ayakan 80 mesh, *texture analyzer* TA-XT2i, *plastic sealer*, oven listrik, neraca analitik, cetakan *cookies* (diameter 3,2 cm), *roller*, dan loyang aluminium (28 cm x 23 cm x 2 cm). Alat lainnya untuk analisis proksimat.

Metode:

Metode penelitian yang digunakan adalah metode percobaan (*Experimental Method*) dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 12 perlakuan dengan ulangan sebanyak 2 kali. Perlakuan yang diujikan adalah imbangian tepung sorgum (lama penyosohan 6, 8, dan 10 menit), tepung ubi jalar dan tepung kedelai (tepung komposit) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perlakuan Imbangian Tepung Komposit

P	Lama penyosohan	TS (gram)	TU (gram)	TK (gram)
A	6 menit	70	10	20
B		60	20	20
C		50	30	20
D		40	40	20
E	8 menit	70	10	20
F		60	20	20
G		50	30	20
H		40	40	20
I	10 menit	70	10	20
J		60	20	20
K		50	30	20
L		40	40	20

Keterangan :

P (Perlakuan), TS (Tepung sorgum), TU (Tepung ubi jalar), TK (Tepung kedelai)

Proses pembuatan *cookies* dari tepung komposit adalah sebagai berikut : margarin, gula halus, telur, dan garam dikocok dengan *mixer* selama 5 menit sehingga membentuk krim. Krim yang telah homogen dicampur dengan tepung komposit dengan berbagai imbangian yang dapat dilihat pada Tabel 1, susu bubuk skim, dan *baking powder* hingga terbentuk adonan yang cukup kalis. Adonan kemudian digiling dengan menggunakan *roller* hingga terbentuk lembaran dengan ketebalan $\pm 0,5$ cm. Selanjutnya dilakukan pencetakan kemudian dipanggang dalam oven pada suhu 150°C selama 25 menit.

Pengujian Karakteristik Fisik

Nilai rendemen dihitung berdasarkan perbandingan antara berat *cookies* yang dihasilkan setelah pemanggangan terhadap berat adonan (AOAC, 1999). Tingkat

pengembangan *cookies* dihitung berdasarkan perbandingan antara tinggi *cookies* sebelum dan setelah pemanggangan (Potter dan Hotchkiss, 1995). Pengukuran kekerasan (*hardness*) diuji dengan menggunakan alat TA-XT2 *Texture Analyzer* (Stable Micro System, 2000). Pengukuran warna *cookies* dilakukan dengan menggunakan metode warna CIE-Lab. Sistem warna terdiri dari L*, a*, dan b* (Yam dan Papadakis, 2004).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuanimbangan tepung sorgum dari berbagai lama penyosohan dengan tepung ubi jalar dan tepung kedelai memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap rendemen *cookies*. Nilai rendemen *cookies* dari 12 perlakuan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh Imbangan Tepung Sorgum, Ubi Jalar, dan Kedelai Terhadap Rendemen *Cookies*

Perlakuan	Rata-rata nilai rendemen (%)
A	90,17 a
B	90,15 a
C	90,17 a
D	90,03 a
E	90,76 a
F	89,61 a
G	90,73 a
H	89,42 a
I	90,06 a
J	90,48 a
K	89,07 a
L	87,96 a

Keterangan :

Nilai rata-rata perlakuan yang ditandai dengan huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada taraf uji 5% menurut uji Duncan.

Nilai rendemen dari seluruh perlakuan berkisar antara 87,95 – 90,76 %. Nilai rendemen *cookies* yang dihasilkan tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya kehilangan kadar air pada saat pemanggangan, jumlah padatan bahan, serta kehilangan bahan pada saat proses pencetakan *cookies*.

Menurut Muchtadi dan Ayustaningwarno (2010), pada proses pemanggangan terjadi perpindahan panas dan perpindahan massa secara simultan. Perpindahan panas terjadi dari sumber pemanas ke media pemanas (udara panas) kemudian ke bahan yang dipanggang. Perpindahan massa yang terjadi adalah pergerakan air dari bahan ke udara dalam bentuk uap. Hadiyanto (2010), menyatakan bahwa akan terjadi penurunan kadar air 1 – 4% pada saat pemanggangan *cookies* pada suhu 160 – 200°C.

Nilai rendemen penting untuk diketahui karena dapat digunakan untuk menentukan nilai ekonomis dari suatu produk. Informasi mengenai rendemen dapat dimanfaatkan untuk menentukan banyaknya bahan yang diperlukan dalam adonan untuk memperoleh *cookies* dalam jumlah tertentu.

Tingkat Pengembangan

Hasil analisis statistik tingkat pengembangan *cookies*. menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata. Berdasarkan Tabel 3 tersebut, 12 imbangan tepung sorgum, tepung ubi jalar dan tepung kedelai memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap tingkat pengembangan *cookies*. Tingkat pengembangan dari seluruh perlakuan berkisar antara 32,55 – 54,22 %. Perlakuan D memiliki nilai pengembangan paling tinggi, yaitu sebesar 54,22 %, adonan ini berasal dari imbangan tepung sorgum yang terendah, yaitu 40 %, tepung ubi jalar tertinggi, yaitu 40 % sedangkan perlakuan F memiliki nilai pengembangan terendah, yaitu sebesar 32,55 %. Hal tersebut dapat dikatakan *cookies* yang berasal dari tepung sorgum dan tepung ubi jalar dengan perbandingan yang sama akan menghasilkan tingkat pengembangan *cookies* yang baik.

Tabel 3. Pengaruh Imbangan Tepung Sorgum, Ubi Jalar, dan Kedelai Terhadap Tingkat Pengembangan *Cookies*.

Perlakuan	Rata-rata tingkat pengembangan (%)
A	38,69 c
B	43,57 ab
C	47,31 ab
D	54,22 a
E	42,27 b
F	32,55 d
G	41,90 b
H	52,68 ab
I	44,34 ab
J	45,58 ab
K	49,02 ab
L	54,16 a

Keterangan : Nilai rata-rata perlakuan yang ditandai dengan huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada taraf uji 5% menurut uji Duncan.

Pada Tabel 3 terlihat semakin banyak penambahan tepung sorgum, maka tingkat pengembangan cenderung semakin rendah. Hal ini sesuai dengan penelitian Mridula dkk., (2007) dan Adebowale dkk., (2012), dimana tingkat pengembangan *cookies* menurun sesuai dengan penambahan tepung sorgum. Penurunan tingkat pengembangan ini disebabkan karena terjadi penurunan kekuatan adonan akibat penambahan proporsi tepung sorgum. *Cookies* yang berbahan baku tepung sorgum pengembangannya tidak terlalu tinggi jika dibandingkan dengan *cookies* yang berbahan baku tepung terigu (Dewi, 2011). Peningkatan

nilai pengembangan *cookies* yang berbanding lurus dengan penambahan tepung ubi jalar sesuai dengan penelitian Mais (2008), dimana nilai pengembangan meningkat dengan penambahan tepung ubi jalar pada *cookies* substitusi tepung ubi jalar. Selama proses pemanggangan terjadi pengembangan *cookies* sehingga terbentuk struktur *cookies*. Uap air membentuk gelembung udara dan menyebabkan pengembangan. Struktur berpori menyebabkan *cookies* dikatakan mengembang (Manley, 2000).

Menurut Indrasari dan Mardiah (2012), kemampuan pengembangan volume dan kelarutan pati merupakan hasil dari interaksi antara molekul air dan rantai pati di dalam amorpis dan daerah kristal. Kelarutan dari pati utamanya dipengaruhi oleh kandungan amilosa sedangkan kemampuan pengembangan volume dipengaruhi oleh amilopektin. Hasil penelitian ini didukung oleh Tester dan Morrison (1990) dikutip Indrasari dan Mardiah (2012) mengemukakan bahwa pengembangan volume diduga dipengaruhi oleh amilopektin, karena kristal di dalam molekul amilopektin menentukan permulaan dari proses pengembangan dan gelatinisasi.

Menurut Fredriksson dkk., (1998) dikutip Marta (2011) sifat pati selama gelatinisasi dipengaruhi oleh rasio amilosa dan amilopektin. Amilopektin berperan terhadap pengembangan dan sifat adonan pati, sedangkan amilosa menghambat pengembangan. Dengan kata lain, semakin tinggi kandungan amilosa maka pengembangan akan semakin rendah. Kadar amilosa tepung sorgum berkisar antara 26,42 – 29,69 % (Mudjisihono dan Suprpto, 1987) dan kadar amilopektin sorgum 72 % (Van Beynun, 1985), sedangkan kadar amilosa tepung ubi jalar berkisar antara 16,86 – 21,58 % (Heriyanto, dkk, 2002 dikutip Avianti, 2013). Oleh karena itu semakin banyak penambahan tepung sorgum, tingkat pengembangan akan semakin menurun karena menurunnya kadar amilosa pada tepung komposit.

Di lain pihak lama penyosohan tidak memberikan pengaruh terhadap tingkat pengembangan *cookies* yang dihasilkan. Menurut Mudjisihono dan Suprpto (1987), proses penyosohan biji sorgum akan menyebabkan berkurangnya komposisi kimia yang terdapat dalam biji sorgum, terutama kadar pati sehingga berpengaruh terhadap sifat fungsional tepung. Pengaruh lama penyosohan terhadap pengembangan *cookies* tidak terlihat disebabkan terdapatnya jenis tepung lain, bahan-bahan pendukung dan proses pengolahan yang juga berpengaruh terhadap pengembangan *cookies*.

Kekerasan (*Hardness*)

Tekstur makanan merupakan istilah yang berhubungan dengan sifat makanan ketika diberi tekanan atau tegangan. *Cookies* memiliki kadar air yang rendah serta memiliki sifat kekerasan (*hardness*), kerapuhan (*brittleness*), dan tekstur garing (*crispiness*) yang bervariasi. Kekerasan dapat didefinisikan sebagai ketahanan terhadap deformasi atau gaya untuk menghasilkan gaya tertentu. Semakin tinggi gaya yang dibutuhkan, maka semakin tinggi kekerasan produk (De Man, 1997).

Hasil analisis statistik kekerasan *cookies* menunjukkan bahwa perlakuanimbangan tepung sorgum dengan tepung ubi jalar dan tepung kedelai memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata. Nilai kekerasan *cookies* dari 12 perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh Imbangan Tepung Sorgum, Ubi Jalar, dan Kedelai Terhadap Kekerasan *Cookies*

Perlakuan	Rata-rata nilai kekerasan (gf)
A	2096,90 a
B	2441,72 a
C	2441,29 a
D	3075,25 a
E	1982,11 a
F	2226,46 a
G	2540,20 a
H	3172,78 a
I	1750,86 a
J	2231,08 a
K	2681,94 a
L	3179,88 a

Keterangan : Nilai rata-rata perlakuan yang ditandai dengan huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada taraf uji 5% menurut uji Duncan.

Berdasarkan Tabel 4, imbangan tepung sorgum, tepung ubi jalar dan tepung kedelai tidak berpengaruh terhadap nilai kekerasan *cookies*. Nilai kekerasan dari seluruh perlakuan berkisar antara 1750,86 – 3179,88 gf. Nilai tersebut relatif sama dibandingkan dengan *cookies* yang dibuat dari terigu, yaitu sebesar 3050 gf (Diniarrohmah, 2013). Nilai kekerasan *cookies* dapat dipengaruhi oleh komponen penyusun *cookies*, suhu dan waktu pemanggangan.

Menurut Matz dan Matz (1978), kandungan protein yang tinggi cenderung akan menghasilkan *cookies* yang lebih keras, serta tekstur permukaan yang lebih kasar. Hal ini disebabkan karena semakin banyak protein, maka semakin banyak pula protein yang terdenaturasi. Kandungan protein pada tepung sorgum lebih besar dibandingkan tepung ubi jalar sehingga semakin tinggi proporsi tepung sorgum, maka kandungan protein *cookies* akan semakin meningkat dan kekerasannya akan meningkat.

Kandungan serat kasar dalam bahan pangan juga mempengaruhi tingkat kekerasan *cookies*. Hal ini disebabkan serat kasar mempunyai struktur yang kompleks yang mengakibatkan *cookies* penelitian ini memiliki tekstur yang keras. Serat kasar dapat menyerap air sehingga dapat mengganggu proses gelatinisasi sehingga proses gelatinisasi menjadi kurang sempurna yang dapat menyebabkan tingkat kekerasan semakin tinggi (Perdon dkk., 1999 dalam Setyowati dkk., 2014), sedangkan menurut Winarno (2008), kandungan amilosa yang tinggi akan membentuk tekstur keras, dan kurang mengembang, sedangkan amilopektin yang tinggi akan membentuk tekstur renyah, porous, dan mengembang.

Warna

Hasil analisis statistik warna *cookies* menunjukkan bahwa perlakuan imbalanced tepung sorgum dari berbagai lama penyosohan dengan tepung ubi jalar dan tepung kedelai memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap nilai L^* *cookies*, sedangkan pada nilai a^* , dan b^* tidak memberikan pengaruh yang berbeda. Nilai L^* , a^* , dan b^* *cookies* dari 12 perlakuan dapat dilihat pada Tabel 5.

Berdasarkan Tabel 5 perlakuan imbalanced tepung sorgum dengan tepung ubi jalar dan tepung kedelai memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap nilai L^* *cookies* dengan nilai rata-rata 31,69 – 34,80. Nilai L^* menyatakan tingkat kecerahan, dimana semakin tinggi nilai L^* maka produk akan semakin cerah. Nilai warna L^* *cookies* dapat dipengaruhi oleh komponen penyusun *cookies*. Proporsi dan jenis tepung yang berbeda akan menghasilkan tingkat kecerahan *cookies* yang berbeda pula. Semakin banyak jumlah tepung sorgum yang ditambahkan, maka kecerahan *cookies* yang dihasilkan semakin meningkat.

Tabel 5. Pengaruh Imbalanced Tepung Sorgum, Ubi Jalar, dan Kedelai Terhadap Warna *Cookies*

Perlakuan	Rata-rata nilai		
	L^*	a^*	b^*
A	34,04 ab	-0,32 a	39,79 a
B	33,47 b	1,17 a	43,09 a
C	32,98 c	1,92 a	43,41 a
D	32,00 d	3,41 a	44,91 a
E	34,80 a	-0,21 a	36,37 a
F	33,95 ab	0,64 a	41,92 a
G	33,29 c	1,71 a	44,16 a
H	32,31 d	4,69 a	46,72 a
I	34,27 ab	-1,39 a	37,65 a
J	33,69 ab	-0,96 a	38,08 a
K	33,11 c	-0,53 a	40,75 a
L	31,69 d	2,88 a	42,9867

Keterangan : Nilai rata-rata perlakuan yang ditandai dengan huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada taraf uji 5% menurut uji Duncan.

Menurut Rubatzky dan Yamaguchi (1997), pigmen karoten dalam ubi jalar dapat membentuk ikatan dengan protein dan membentuk kompleks dengan pati. Kandungan protein dalam bahan pangan akan mengalami perubahan warna selama pemanggangan. Selain itu kandungan gula tinggi pada tepung ubi jalar akan menyebabkan pencoklatan pada *cookies* akibat reaksi Maillard dan reaksi karamelisasi.

Hasil analisis statistik warna *cookies* terhadap nilai a^* menunjukkan tidak berbeda nyata untuk semua perlakuan dengan nilai rata-rata -1,38 – 4,63. Nilai a^* dideskripsikan sebagai warna hijau – merah, dimana angka a^* negatif mengindikasikan warna hijau, sebaliknya angka a^* positif mengindikasikan warna merah. Hasil penelitian ini menunjukkan angka nilai a^* negatif, berarti *cookies* yang dihasilkan mengandung warna hijau, sedangkan

nilai a^* positif menerangkan bahwa *cookies* yang dihasilkan mengandung warna sedikit merah.

Hasil analisis statistik Tabel 5 menunjukkan juga perlakuan imbalanced tepung sorgum dengan tepung ubi jalar dan tepung kedelai memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap nilai b^* *cookies* dengan nilai rata-rata 36,73 – 46,72. Nilai b^* dideskripsikan warna biru – kuning, dimana angka b^* negatif mengindikasikan warna biru, sebaliknya angka b^* positif mengindikasikan warna kuning. Hasil penelitian menunjukkan *cookies* yang dihasilkan mengandung warna kuning.

Karakteristik Kimia

Cookies yang memiliki karakteristik fisik terbaik selanjutnya dianalisis proksimat. *Cookies* perlakuan terbaik adalah perlakuan I, dengan imbalanced tepung sorgum, tepung ubi jalar, dan tepung kedelai adalah 70 : 10 : 20. Hasil analisis proksimat dapat dilihat pada Tabel 5. Dari tabel tersebut menunjukkan *cookies* hasil penelitian memiliki kadar air sebesar 4,06 %. Kadar air tersebut masih memenuhi memenuhi standar SNI (01-2973-1992) mengenai kadar air maksimum yang diizinkan untuk produk biskuit yaitu 5 % (Badan Standarisasi Nasional, 1992).

Tabel 5. Hasil Analisis Proksimat *Cookies*

Komponen	Jumlah (%)
Kadar air (db)	4,06
Kadar abu	2,41
Kadar protein	9,69
Kadar lemak	21,89
Kadar karbohidrat	61,95

Kadar abu *cookies* sebesar 2,41 %, belum memenuhi memenuhi standar SNI (01-2973-1992) mengenai kadar abu maksimum yang diizinkan untuk produk biskuit yaitu 1,5 % (Badan Standarisasi Nasional, 1992). Menurut Passos dkk., (2013), kandungan abu beberapa *cookies* dan *crackers* komersial berkisar antara 0,5 – 4,3 %. Kadar protein *cookies* sebesar 9,69 % dan sudah memenuhi memenuhi standar SNI (01-2973-1992) mengenai kadar protein minimum untuk produk biskuit yaitu 9 % (Badan Standarisasi Nasional, 1992).

Kadar lemak *cookies* sebesar 21,89 %. Kadar lemak tersebut sudah memenuhi memenuhi standar SNI (01-2973-1992) mengenai kadar lemak minimum untuk produk biskuit yaitu 9,5 % (Badan Standarisasi Nasional, 1992). Kandungan lemak *cookies* terutama berasal dari tepung kedelai, margarin, dan kuning telur.

Kadar karbohidrat *cookies* dihitung dengan cara *by difference* dan memberikan hasil sebesar 61,95 %. Kadar karbohidrat minimum yang ditetapkan dalam SNI (01-2973-1992) adalah 70 %, sehingga kadar karbohidrat pada *cookies* yang dihasilkan belum memenuhi standar yang ditetapkan (Badan Standarisasi Nasional, 1992).

KESIMPULAN

Imbangan tepung sorgum yang diperoleh dari berbagai lama penyosohan dengan tepung ubi jalar, dan tepung kedelai yang digunakan dalam pembuatan *cookies* memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap tingkat pengembangan dan nilai warna L^* , tetapi tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap nilai rendemen, kekerasan (*hardness*), nilai wana a^* dan b^* .

Cookies perlakuan I dari imbangan 70 % tepung sorgum dari lama penyosohan 10 menit dengan 10 % tepung ubi jalar dan 20 % tepung kedelai memberikan karakteristik terbaik dengan nilai rendemen 90.06 %, tingkat pengembangan 44.34 %, kekerasan 1750.86 gf, nilai warna L^* 34.27, a^* -1.39, b^* 37.65, kadar air 3,90 %, kadar abu 2,41 %, kadar protein 9,69 %, kadar lemak 21,89 %, dan kadar karbohidrat 62,01 %.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih Tim Peneliti sampaikan kepada LPPM-Unpad dan SIMLITABMAS Kementerian Ristek dan Dikti yang telah menyediakan dana penelitian sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adebowale, A.A, M.T Adegoke, S.A Sanni, M.O Adegunwa, dan G.O Fetuga. 2012. Functional Properties and Biscuits Making Potential of Sorghum-Wheat Flour Composite. *American Journal of Food Technology* 7 (6) : 372-279
- AOAC. 1999. Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist, Last edition. Association of Official Analytical Chemist, Washington DC.
- Badan Standarisasi Nasional. 1992. Mutu dan Cara Uji Biskuit (SNI 2973:1992). Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- De Man, J.M. 1997. Principles of Food Chemistry. The AVI Publishing Company Inc., Westport, Connecticut.
- Dewi, O.A. 2011. Pengaruh Fraksi Tepung dan Konsentrasi Gula Terhadap Karakteristik Cookies Sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) Genotipe 1.1 Unpad. [Skripsi]. Fakultas Teknologi Industri Pertanian. Universitas Padjadjaran, Jatinangor.
- Diniarrohmah, I. 2013. Kajian Karakteristik Biskuit "TJK" dari Tepung Kacang Hijau (*Phaseolus radiates* L.) dengan Berbagai Formulasi Tepung Talas (*Calocasia esculenta* L. Schott) dan Tepung Jagung (*Zea mays* L.). Skripsi. Fakultas Teknologi Industri Pertanian. Universitas Padjadjaran, Jatinangor.
- Hadiyanto. 2010. Food Review : Understanding Science Of Baking Vol. V, No. 5, Mei 2010.
- Indrasari, S. D. Dan Z. Mardiah. 2012. Korelasi Amilosa Terhadap Konsistensi Gel, Nisbah Penyerapan Air (Npa) Dan Nisbah Pengembangan Volume (Npv) Pada Beras Varietas Lokal. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Sukamandi. Available online at <http://Jatim.litbangpertanian.go.id> (Diakses pada tanggal 10 Agustus 2015).
- Kementerian Pertanian. 2013. Jagung dan Serealia Lain. Buletin Pascapanen Volume II-Agustus. Direktorat Jenderal Tanaman Pangan Kementerian Pertanian, Jakarta.

- Mais, A. 2008. Utilization of Sweet Potato Starch, Flour, and Fibre in Bread and Biscuits : Physico-chemical and Nutritional Characteristics. [Thesis]. Massey University, New Zealand.
- Manley, D.J.R. 2000. Technology of Biscuits, Crackers, and Cookies Third Edition. Woodhead Publishing Limited, Cambridge.
- Mardawati, E, E. Sukarminah, T.Mutiara, C. Tjahjadi, dan R. Indiarjo. 2010. Pengolahan Biji Sorgum Menjadi Aneka Produk Pangan. Pustaka Gratuna, Bandung.
- Matz and Matz, T.D. 1978. Cookie and Cracker Technology. The AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut.
- Muchtadi, T. R. dan Ayustaningwarno, F. 2010. Teknologi Proses Pengolahan Pangan. Alvabeta. Bandung.
- Mridula, D, R.K Gupta, dan M.R Manikantan. 2007. Effect Incorporating of Sorghum Flour to Wheat Flour on Quality of Biscuits Fortified with Defatted Soy Flour. American Journal of Food Technology 2 (5) : 428-434, 2007.
- Mudjisiho, R, dan Suprpto. 1987. Budidaya dan Pengolahan Sorgum. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Passos, M.E.A, Moreira, C.F.F, Pacheco, M.T.B, Takase, I., Lopes M.L.M, Velente Mesquita, V.L. 2013. Proximate and Mineral Composition of Industrilized Biscuits. Food Science and Technology, Campinas, Brazil. 33 (2):323-331
- Potter, N.N. dan J.H. Hotchkiss. 1995. Food Science. 3th edition. CBS Publishers and Distributors. New Delhi.
- Rubatzky, V.E. dan M. Yamaguchi. 1997. Sayuran Dunia 2. Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Rukmana, R dan Y.Y. Oesman. 2001. Usaha Tani Sorghum. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Suarni, 2004. Pemanfaatan Tepung Sorgum Untuk Produk Olahan. Jurnal Litbang Pertanian 23(4) 2004. Balai Penelitian Tanaman Serealia, Makassar.
- Van Beynun, G.M.A 1985. Starch Conversion Technology. Marcell Dekker Inc, New York.
- Yam, K. L. dan S. E. Papadakis. 2004. A Simple Digital Imaging Method for Measuring and Analyzing Color of Food Surfaces. Journal Food Engineering. 61 : 137-142.

T3-PP 38

**FORMULASI PANGAN DARURAT BERBENTUK *FOODBARS* BERBASIS
TEPUNG MILLET PUTIH (*Panicum milliceum* L.) DAN TEPUNG KACANG
MERAH (*Phaseolus vulgaris* L.) DENGAN PENAMBAHAN SORBITOL
SEBAGAI HUMEKTAN**

*Formulation of Foodbars Based on White Millet Flour (*Panicum milliaceum* L)
and Red Bean Flour (*Phaseolus vulgaris* L) As An Emergency Food With
Addition of Sorbitol As A Humectant*

Edhi Nurhartadi¹, Raden Baskara Katri Anandito¹, Siswanti¹

¹Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A, Ketingan, Surakarta 57126

Email: edhi.nr@gmail.com

ABSTRACT

This study aimed to obtain a formula emergency food in the form food bars made from white millet flour and red bean flour with sorbitol as humectants. Foodbars was made with technology Intermediate Moisture Food (IMF) with the wet immersion technique. Research using completely randomized design (CRD) with one factor, namely the variation millet flour and red bean flour. The results showed that the formula of foodbars with the highest level of consumer acceptance in the composition of the 15 g white millet flour, 10 g red bean flour, 2 g sugar, 10 g margarine and 13 g full cream milk powder. Moisture sorption isotherm pattern (ISL) was sigmoid shape. Water and sorbitol are added to the chosen formulation of 6.04 g H₂O / bar and 5 ml / bar. In 100 g of foodbars contained water, ash, protein, fat, carbohydrate, a_w and caloric value respectively 18.726%; 2.606%; 9.446% 38.23%; 42.224%; 0.75 and 229.185 kcal.

Key words: emergency food, foodbars, red bean flour, sorbitol, white millet flour

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh formula pangan darurat berbentuk foodbars berbahan dasar tepung millet putih dan tepung kacang merah dengan sorbitol sebagai humektan. Foodbars dibuat dengan teknologi Intermediate Moisture Food (IMF) dengan teknik pencelupan basah. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor yaitu variasi tepung millet dan tepung kacang merah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa formula foodbars dengan tingkat penerimaan konsumen tertinggi pada komposisi 15 g tepung millet putih, 10 g tepung kacang merah, 2 g gula, 10 g margarin dan 13 g susu bubuk full cream. Pola isotherm sorpsi lembab (ISL) berbentuk sigmoid. Air dan sorbitol yang ditambahkan pada formulasi terpilih sebesar 6,04 g H₂O/bar dan 5 ml/bar. Dalam 100 g foodbars terkandung air, abu, protein, lemak, karbohidrat, nilai a_w dan kalori berturut-turut sebesar 18,726%; 2,606%; 9,446% 38,23%; dan 42,224%. 0,75 dan 229,185 kkal.

Kata kunci: foodbars, pangan darurat, tepung kacang merah, tepung millet putih, sorbitol

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan ancaman bencana gempa bumi dan tsunami dengan intensitas yang cukup tinggi. Bencana ini terjadi karena Indonesia terletak di daerah pertemuan tiga lempeng tektonik aktif, yaitu lempeng Indo-Australia di bagian selatan, Eurasia di bagian utara, dan lempeng Pasifik di bagian timur. Salah satu provinsi yang rawan terhadap bencana alam adalah provinsi Jawa Tengah. Berdasarkan data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (2014), rekapitulasi kejadian bencana periode Januari-Juli tahun 2013 terjadi 757 kejadian bencana dengan 486 jiwa meninggal dan hilang sedangkan 767.894 jiwa menderita dan mengungsi. Jumlah kejadian bencana dari bulan Januari hingga Juni tahun 2014, tercatat 864 kejadian bencana yang tersebar di berbagai provinsi di Indonesia. Dari sekian banyak kejadian bencana, tercatat 338 jiwa meninggal dan hilang; 1.697.523 jiwa menderita dan mengungsi.

Penyediaan pangan untuk korban bencana menjadi sangat penting dan pendirian dapur umum menjadi solusi pemenuhan kebutuhan pangan untuk korban bencana. Namun pada kondisi tertentu, dapur umum tidak dapat didirikan sehingga perlu adanya produk pangan tertentu yang dapat dikonsumsi langsung pada kondisi darurat. Berdasarkan keadaan yang seperti ini, diperlukan desain pangan khusus untuk keadaan darurat bencana yang dapat langsung dikonsumsi, praktis didistribusikan, dan bergizi. Menurut Zoumas, dkk (2002) standar pangan darurat harus memiliki kalori sebesar 233 kkal/bar dengan sumbangan protein sebesar 10-15%, lemak sebesar 35-45% dan karbohidrat sebesar 40-50%.

Salah satu bentuk pangan darurat yang berpotensi untuk dikembangkan adalah pangan semi basah atau *Intermediate Moisture Food* (IMF). Menurut Robson (1976), produk pangan semi basah umumnya mempunyai nilai a_w pada kisaran 0,65-0,85 dan kadar air sekitar 15-30%. *Foodbars* merupakan salah satu jenis pangan semi basah. *Foodbars* dibuat dari campuran bahan pangan yang diperkaya dengan nutrisi, kemudian dibentuk menjadi bentuk padat dan kompak (Widjanarko, 2008). *Foodbars* lebih tahan terhadap tekanan daripada produk pangan kering sehingga lebih mudah dalam pengangkutannya ke daerah bencana.

Pangan darurat hendaknya menggunakan bahan pangan lokal agar lebih mudah diterima masyarakat setempat. Salah satu komoditi lokal yang bisa dipakai sebagai bahan dasar pembuatan pangan darurat adalah millet putih. Millet putih memiliki kandungan protein sebesar 10,4-11,6%; kandungan lemak 3,5-4,7%; kandungan amilosa 16,8-24,7% dan kandungan pati sebesar 77,4% (Salunke, *et al.*, 1985). Kandungan gizi dari tepung millet putih yang lebih baik dibandingkan dengan millet merah dan setara dengan tepung terigu sehingga penggunaan tepung millet putih dapat menggantikan penggunaan tepung terigu dalam pembuatan pangan darurat.

Untuk memenuhi standar gizi pangan darurat yang sudah ada maka diperlukan bahan tambahan lainnya. Dalam pembuatan pangan darurat ini juga menggunakan kacang merah sebagai sumber mineral dan vitamin. Menurut Astawan (2009), kandungan vitamin per 100 g biji kacang merah adalah vitamin A sebesar 30 SI, thiamin 0,5 mg, riboflavin 0,2 mg serta

niasin 2,2 mg. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), produksi kacang merah di Indonesia pada tahun 2012 dan 2013 mencapai 93.416 ton/tahun dan 100.961 ton/tahun.

Menurut *US Agency of International Development* (USAID), pangan darurat hendaknya dapat digunakan dengan layak sampai minimum 15 hari dari mulai diproduksi. Pangan darurat berbentuk *foodbars* berbahan dasar tepung millet putih dan tepung kacang merah merupakan produk pangan semi basah yang rentan terhadap kerusakan selama penyimpanan karena aktivitas airnya tinggi. Untuk memperpanjang umur simpan produk tersebut maka perlu ditambahkan humektan. Humektan dapat menurunkan a_w sehingga produk menjadi lebih awet. Humektan yang biasa digunakan dalam pembuatan *foodbars* adalah sorbitol. Setyaningtyas (2008) menyatakan bahwa penambahan sorbitol pada konsentrasi 5% mampu menurunkan a_w produk pangan darurat berbasis tepung ubi jalar, tepung pisang dan tepung kacang hijau sampai di bawah 0,85 dan penggunaan konsentrasi 10% dapat menurunkan a_w sampai nilai di bawah 0,8.

Produk pangan semi basah harus memiliki nilai a_w yang sesuai standar IMF sebesar 0,6-0,9. Hal ini dikarenakan daya simpan dari pangan semi basah sangat dipengaruhi oleh mikroorganisme. Pada kisaran nilai a_w 0,8-0,9 bakteri dapat tumbuh pada pangan semi basah sedangkan pada a_w 0,6-0,9 kapang dan khamir dapat tumbuh. Pada a_w 0,8-0,9 bakteri yang dapat tumbuh adalah *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Staphylococcus* dan *Vibrio*. Pada a_w 0,6-0,9 khamir yang tumbuh seperti *Saccharomyces*, *Candida*, *Hansenulla* dan *Torulopsis* sedangkan kapang yang tumbuh seperti *Aspergillus*, *Penicillium*, *Monascus*, *Eurotium*, *Emericella*, *Cladosporium* dan *Wallemia* (Noeroktiana, 2000). Untuk mendapatkan nilai a_w yang sesuai dengan standar IMF maka perlu diketahui pola isotherm sorpsi dan penambahan air dengan metode ISL (Isotherm Sorpsi Lembab) dan persamaan GAB. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh formula pangan darurat berbentuk *foodbars* berbahan dasar tepung millet putih dan tepung kacang merah dengan penambahan sorbitol sebagai humektan.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Proses Pengolahan dan Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta dan Laboratorium Biokimia PAU Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian pembuatan *foodbars* ini adalah millet putih (*Panicum milliaceum* L.) dan kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.) yang diperoleh dari Pasar Legi Surakarta. Bahan tambahan yang dibutuhkan yaitu gula halus, margarin, susu bubuk *full cream*, sorbitol dan air. Bahan kimia yang digunakan adalah H_2SO_4 pekat, NaOH 50%, HCl 0,02 N, indikator mengsel (campuran metil merah 0,02% dalam alkohol dan metil biru 0,02% dalam alkohol (2:1), dan NaOH 0,02 N untuk analisa kadar protein; petroleum eter untuk pelarut analisa kadar lemak, dan garam-garam $MgCl_2$, K_2CO_3 , $NaNO_2$, LiCl dan

KCl untuk analisa sifat isotherm sorpsi lembab. Bahan untuk perendamana kacang merah adalah natrium bikarbonat dan aquadest.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat-alat pembuat tepung millet kuning yaitu *huller*, *grinder*, ayakan 80 dan 50 mesh, baskom, alat penampi, *cabinet dryer*, autoklaf, timbangan analitik, oven dan loyang pencetak, serta peralatan untuk analisa kadar air, abu, lemak, protein, kalori (*bomb calorimeter*) dan sifat ISL (Isotherm Sorpsi Lembab).

Tahapan Penelitian

Alur kegiatan tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan Tepung Millet Putih

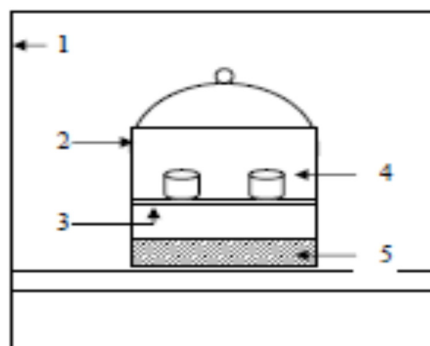
Biji millet putih dihilangkan kulit arinya menggunakan *huller*, kemudian kulit ari dan kotoran dipisahkan dengan cara ditampi. Setelah itu dilakukan pengecilan ukuran dengan mesin penepung dan pengayakan sehingga diperoleh ukuran tepung 80 mesh. Setelah itu tepung dicampur dengan air (1:5), kemudian dipanaskan dengan api kecil sampai mendidih dan kental (80°C, 5 menit), dituang pada loyang dan ditipiskan merata dengan ketebalan ± 5 cm, kemudian dipanggang dalam oven (150°C, 30 menit), kemudian dikecilkan ukuran dengan blender sehingga diperoleh tepung millet instant.

2. Pembuatan Tepung Kacang Merah Pratanak (Marsono, dkk (2003))

Kacang merah direndam dalam larutan natrium bikarbonat selama 4 jam. Proses perendaman ini berfungsi membuat tekstur produk menjadi lembut, mengurangi waktu pemasakan dan meminimalkan kehilangan zat gizi dari produk. Selesai perendaman dilanjutkan pencucian dengan akuades. Kacang merah yang sudah ditiriskan dilakukan pemanasan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 2 menit. Dan pengeringan menggunakan *cabinet dryer* pada suhu 55°C selama ± 18 jam. Setelah selesai pengeringan dilanjutkan penepungan dan pengayakan sehingga diperoleh ukuran tepung 50 mesh.

3. Isotherm Sorpsi Lembab

Bahan yang digunakan dalam pembuatan *foodbars* seperti tepung kacang merah, millet putih, gula dan *full cream* dicampur menjadi satu hingga homogen. Sebanyak 1-2 g sampel adonan dimasukkan dalam cawan alumunium, dan dikeringkan dengan menggunakan oven sampai berat sampel konstan. Selanjutnya sampel dimasukkan ke dalam masing-masing toples kaca yang telah berisi larutan garam jenuh. Jenis garam yang digunakan antara lain: $MgCl_2$, K_2CO_3 , $NaNO_2$, $LiCl$ dan KCl . Sampel dibiarkan selama satu minggu, kemudian ditimbang hingga berat konstan. Skema pengujian isotherm sorpsi lembab (ISL) dapat dilihat pada Gambar 1.



Keterangan :

- 1 = inkubator
- 2 = toples kedap udara
- 3 = penyangga
- 4 = cawan aluminium
- 5 = larutan garam jenuh

Gambar 1. Skema pengujian alat uji isotherm sorpsi lembab

4. Pembuatan *Foodbars*

Bahan yang digunakan dalam pembuatan *foodbars* seperti tepung millet putih instant, tepung kacang merah pratanak, gula, margarin, susu bubuk *full cream* dan sorbitol (humektan) dicampur kemudian ditambahkan air dan diaduk hingga rata. Adonan dicetak pada loyang dan dilakukan pemasakan menggunakan oven pada suhu 120^o C selama 45 menit.

Analisis

Analisis yang digunakan dalam penelitian meliputi kadar air dengan metode Thermogravimetri (AOAC, 2000), kadar lemak dengan metode ekstraksi Soxhlet (AOAC, 2000), kadar abu dengan metode pengabuan kering (AOAC, 2000), kadar protein dengan metode mikro-Kjeldahl (AOAC, 2000), kadar karbohidrat *By Difference* (AOAC, 2000), aktivitas air dengan a_w meter (Apriyantono dkk., 1989), sifat sensoris dengan metode uji kesukaan (Setyaningsih, dkk., 2010), nilai kalori dengan *Bomb Calorimeter*, sifat Isotherm Sorpsi Lembab (ISL) dengan metode Thermogravimetri Statis (Labuza, 1984).

Formulasi *Foodbars*

Adapun formulasi *foodbars* yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Formulasi *foodbars*

Bahan	Total Berat Bahan / 50 g		
	Formulasi 1	Formulasi 2	Formulasi 3
Tepung millet putih	15	12,5	10
Tepung kacang merah pratanak	10	12,5	15
Gula	2	2	2
Margarin	10	10	10
Susu bubuk full cream	13	13	13

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor yaitu variasi komposisi tepung millet putih dan tepung kacang merah sebagai bahan dasar pembuatan *foodbars*. Data analisis sensoris yang diperoleh dianalisis statistik dengan metode *one way* ANOVA. Jika menunjukkan perbedaan yang signifikan maka dilanjutkan dengan uji beda nyata menggunakan analisis *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Komposisi Formulasi Awal *Foodbars*

Nilai gizi makronutrien masing-masing bahan penyusun *foodbars* penting diketahui sebelum dilakukan formulasi produk. Nilai gizi makronutrien penyusun *foodbars* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai gizi makronutrien penyusun *foodbars* yang digunakan dalam formulasi

Bahan	Makronutrien (g/100 g berat solid)		
	Karbohidrat	Lemak	Protein
Tepung millet instan ^a	84,72	4,28	3,72
Tepung kacang merah pratanak ^b	69,51	1,55	19,82
Margarin ^c	0,4	81	0,6
Susu bubuk <i>full cream</i> ^d	40	26	27
Gula halus ^c	94	-	-

Keterangan : ^a = hasil analisis proksimat yang dilakukan penulis

^b = hasil analisis proksimat oleh Siswanti dan Achmad (2012)

^c = komposisi bahan berdasarkan data DKBM.

^d = komposisi bahan berdasarkan tertera pada kemasan

Formulasi produk pangan darurat menggunakan prinsip kesetimbangan massa. Prinsip kesetimbangan adalah setiap bahan yang masuk (*input*) harus memiliki jumlah yang setara dengan akumulasi selama proses dan bahan yang keluar atau dihasilkan (*output*). Nilai kalori total didapatkan dari jumlah makronutrien bahan yang digunakan dikalikan dengan nilai kalori masing-masing. Protein memiliki nilai energi sebesar 4 kkal/g, lemak 9 kkal/g, dan karbohidrat 4 kkal/g. Prediksi kecukupan gizi terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Prediksi kecukupan gizi berdasarkan formulasi *foodbars*

Komposisi	Sumbangan Kalori (%)			Standar Pangan Darurat
	F1	F2	F3	
Karbohidrat	43,809	43,151	42,486	40 - 45
Protein	9,934	10,953	11,260	10 - 15
Lemak	46,257	46,257	46,254	35 - 45
Total Kalori (kkal)	238,585	237,196	235,803	233

Tabel 2 menunjukkan bahwa ketiga formulasi memiliki perbedaan komposisi pada bahan tepung millet putih dan tepung kacang merah pratanak. Perbandingan tepung millet

putih dengan tepung kacang merah pratanak pada formulasi 1 yaitu 60:40, formulasi 2 yaitu 50:50 dan formulasi 3 yaitu 40:60.

Menurut Zoumas dkk. (2002), total kalori yang direkomendasi untuk produk pangan darurat adalah 2100 kkal, jika 1 *foodbars* mengandung 233 kkal maka diperlukan 9 *foodbars* untuk memenuhi setara jumlah total kalori yang direkomendasikan. Tabel 3 menunjukkan bahwa prediksi kalori *foodbars* pada formulasi 1, 2 dan 3 berturut-turut sebesar 238,585; 237,196 dan 235,803. Nilai kalori tersebut memenuhi angka kecukupan gizi untuk pangan darurat.

Penentuan Kurva Isotherm Sorpsi Lembab Formula Awal *Foodbars*

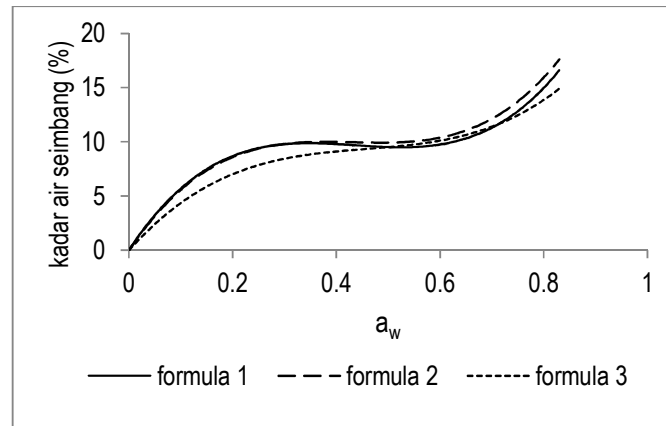
Penentuan kurva isotherm sorpsi lembab bertujuan untuk mengetahui jumlah air yang ditambahkan pada formulasi 1, 2 dan 3 sesuai nilai a_w antara 0,8-0,9. Penentuan kurva isotherm diawali dengan penentuan kadar air kesetimbangan pada berbagai RH pada suhu ruang.

Penentuan kurva isotherm sorpsi ini menggunakan 5 jenis larutan garam jenuh. Data hubungan antara a_w dengan kadar air seimbang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data hubungan antara a_w dan kadar air seimbang

Garam	a_w	Kadar Air Seimbang (%)		
		Formulasi 1	Formulasi 2	Formulasi 3
LiCl	0,113	6,4843	6,6346	6,4217
MgCl ₂	0,321	9,8726	9,7188	7,3444
K ₂ CO ₃	0,436	9,2956	9,6056	9,1901
NaNO ₂	0,628	10,3290	11,1339	11,1303
KCl	0,830	16,5149	17,4971	14,6720

Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan bahwa klasifikasi kurva ISL menurut sifat bahan membentuk kurva seperti huruf S (sigmoid) pada *foodbars* berbahan dasar tepung millet putih dan tepung kacang merah. Sesuai pendapat Labuza (1984) menyatakan bahwa bahan makanan sereal dan makanan kering mempunyai kurva ISL berbentuk sigmoid. Gambar 2 dan Gambar 3 yang mengindikasikan adanya perubahan sifat fisika-kimia pengikatan air oleh bahan. Lengkungan pertama pada $a_w \pm 0,2-0,4$ menunjukkan batas air terikat primer dan lengkungan kedua pada $a_w \pm 0,6-0,7$ menunjukkan batas air terikat sekunder.



Gambar 2. Kurva isotherm sorpsi lembab (ISL) pada *foodbars* formulasi 1, 2 dan 3.

Kurva ISL dapat menunjukkan fraksi air terkandung dalam bahan makanan. Terdapat tiga fraksi air terikat primer, sekunder dan tersier. Ketiga fraksi tersebut menunjukkan ketahanan bahan pangan terhadap kerusakan akibat mikroorganisme. Air terikat primer atau air terikat lapis tunggal terletak pada $a_w < 0,25$, air terikat sekunder terletak $a_w 0,25-0,75$ dan air terikat sekunder terletak pada $a_w > 0,75$ (Suyitno, 1995).

Berdasarkan data hubungan kadar air (M) dengan nilai a_w pada kurva isotherm sorpsi maka dibuat persamaan matematis model GAB (*Guggenheim Anderson de Boer*) adalah sebagai berikut:

$$M = \frac{C \cdot k \cdot M_o \cdot a_w}{(1 - k \cdot a_w)(1 - k \cdot a_w + C \cdot k \cdot a_w)}$$

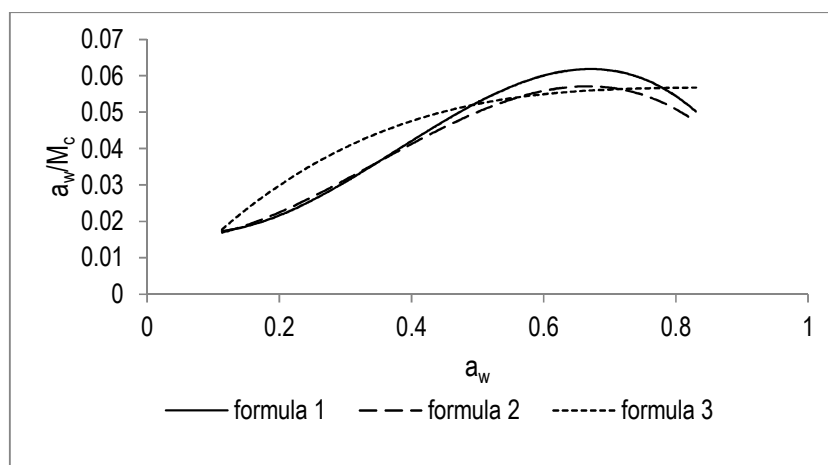
Keterangan: M = kadar air

M_o = kadar air monolayer

a_w = aktivitas air

C dan k konstanta persamaan GAB.

Kurva isotherm sorpsi lembab dengan model persamaan GAB selanjutnya menjadi persamaan polinomial ordo dua atau persamaan kuadratnya dengan membuat plot a_w / M sebagai ordinat dan a_w sebagai absis. Kurva isotherm sorpsi lembab model persamaan GAB ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Kurva isotherm sorpsi lembab dalam persamaan GAB.

Berdasarkan Gambar 3 maka diperoleh nilai konstanta C dan k serta nilai kadar air monolayer (M_o). Nilai-nilai tersebut dapat digunakan untuk menentukan kadar air basis kering (M), sehingga dapat ditentukan jumlah air yang ditambahkan dalam proses pembuatan *foodbars*.

Hasil nilai k, C, M_o dari persamaan kuadrat dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil nilai k, C, M_o dari persamaan kuadrat

	Formulasi		
	F1	F2	F3
k	0,7117	0,7354	0,696
C	106,236	184,985	108,726
M_o	5,9581	6,2723	6,2923
M	16,4857	18,4972	16,7523

Penentuan Jumlah Air yang Ditambahkan

Penambahan air diharapkan nilai a_w *foodbars* antara 0,8-0,9. Jumlah air yang ditambahkan pada ketiga formulasi *foodbars* didapatkan dari selisih antara nilai kadar air awal formulasi dengan nilai kadar air yang ditentukan dari kurva ISL dengan menggunakan persamaan GAB. Perhitungan jumlah air yang ditambahkan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Perhitungan jumlah air yang ditambahkan pada formula *foodbars*

Formula <i>Foodbars</i>	Kadar air awal (g H ₂ O/50 g)	Kadar air ISL (g H ₂ O/50 g)	Jumlah air yang ditambahkan (g H ₂ O/50 g)
F1	10,4457	16,4857	6,04
F2	10,3972	18,4972	8,10
F3	10,7323	16,7523	6,02

Penentuan Jumlah Humektan yang Ditambahkan

Humektan yang digunakan adalah sorbitol sehingga menurunkan nilai a_w produk sampai pada kisaran nilai a_w IMF (0,6-0,9) tetapi kadar air produk tetap terjaga sehingga tetap menghasilkan produk semi basah. Aplikasi humektan menggunakan model persamaan Grover. Bentuk persamaan Grover adalah

$$a_w \times 100 = 1.04 - 0.1(E_o) + 0.45 (E_o)^2$$

dimana $E_o = \sum E_i / m_i$ (Bell dan Labuza, 2000). Sorbitol mempunyai konstanta persamaan Grover (E_i) sebesar 2.0.

Aplikasi humektan ini diharapkan dapat menurunkan a_w produk hingga mencapai 0.7-0.8. Pemakaian sorbitol menggunakan sorbitol cair karena tidak berwarna (jenih), agak kental, dan tidak berbau sehingga tidak akan mempengaruhi uji organoleptik pada tahap selanjutnya. Sorbitol tergolong GRAS namun asupan konsumsinya per hari dibatasi sekitar 50 g/hari sehingga tidak menimbulkan efek laksatif (Caloriecontrol, 2006). Pembatasan konsumsi sorbitol menjadi acuan penambahan sorbitol pada pembuatan *foodbars* sehingga dipilih sorbitol dengan konsentrasi 5% dan 10% per bar. Perhitungan prediksi a_w dilakukan dengan menghitung jumlah protein, lemak, karbohidrat setiap 50 g dengan jumlah air, sukrosa dan sorbitol yang ditambahkan per bar. Hasil dari prediksi a_w *foodbars* dengan penambahan sorbitol sebagai humektan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Prediksi a_w pada *foodbars* dengan persamaan Grover

Formulasi	Nilai a_w	
	Sorbitol 5%	Sorbitol 10%
F1	0,6988	0,6628
F2	0,7266	0,6923
F3	0,6997	0,6642

Dari Tabel 7 dapat dilihat pada semua formulasi dengan konsentrasi sorbitol 10% mampu menurunkan a_w sampai di bawah 0,7 sedangkan pada konsentrasi sorbitol 5% mampu menurunkan a_w mendekati 0,7 dan melebihi 0,7 berkisar antara 0,6-0,8. Dengan demikian dipilih sorbitol dengan konsentrasi 10%.

Sifat Sensoris *Foodbars*

Analisis sensoris dengan metode uji kesukaan *scoring* bertujuan untuk mengetahui tingkat penerimaan panelis terhadap *foodbars* melalui indera penglihatan, pembau dan perasa. Panelis yang digunakan pada uji kesukaan *scoring* sebanyak 25 orang panelis tidak terlatih.

Foodbars pada penelitian ini dengan ukuran ± 4 cm x 4 cm x 2 cm. Parameter yang diamati dalam uji sensoris adalah warna, aroma, rasa, tekstur dan *overall*. Penilaian terdiri

dari 5 yaitu dari skala nilai 1 (tidak suka), 2 (agak tidak suka), 3 (netral), 4 (agak suka) dan 5 (suka). Hasil analisis sensoris *foodbars* disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Sifat sensoris *foodbars*

Formulasi	Parameter				
	Warna *	Aroma*	Rasa*	Tekstur*	Overall*
F1	3,88 ^a	3,72 ^b	4,08 ^b	2,92 ^a	3,60 ^b
F2	3,76 ^a	3,56 ^b	4,00 ^b	3,32 ^a	3,48 ^b
F3	3,68 ^a	2,48 ^a	3,08 ^a	2,92 ^a	2,44 ^a

Keterangan: Nilai yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan adanya beda nyata pada taraf signifikansi 0,05.

* 1 = tidak suka; 2 = agak tidak suka; 3 = netral; 4 = agak suka; 5 = suka

F1 : komposisi tepung millet putih 15 g + kacang merah 10 g

F2 : komposisi tepung millet putih 12,5 g + kacang merah 12,5 g

F3: komposisi tepung millet putih 10 g + kacang merah 15 g

Tabel 8 menunjukkan bahwa perlakuan F1 (komposisi tepung millet putih 15 g + kacang merah 10 g) sebagai formula terpilih dengan nilai rerata tingkat kesukaan tertinggi.

Kandungan Gizi *Food Bars* Formula Terpilih

Kandungan gizi *food bars* pada formula terpilih berdasarkan sifat sensoris disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Kandungan gizi *food bars* terpilih

Komponen	g /bar	% Total kalori
Air (%)	18,726	-
Abu (%)	2,606	-
Lemak (g)	9,735	38,230
Protein (g)	5,406	9,446
Karbohidrat (g)	24,193	42,224
Kalori (kkal/bar)	229,185	-
a_w	0,75	-

Tabel 9 menunjukkan bahwa kadar air *foodbars* adalah 18,726%. Hal ini telah sesuai dengan syarat kadar air *foodbars* sebagai pangan darurat yaitu 10-40% (Soekarto, 1979). Kadar abu *foodbars* berbahan dasar millet dan tepung kacang merah sebesar 2,606%. Kadar protein *foodbars* sebesar 5,406 g/bar atau setara 9,446% dari total telah memenuhi standar pangan darurat. Menurut Zoumas dkk. (2002), produk pangan darurat mengandung protein sebesar 10-15% dari total kalori.

Kadar lemak *foodbars* sebesar 9,735 g/bar atau setara dengan 38,230% dari total kalori dan karbohidrat (metode *by difference*) sebesar 42,224% dari total kalori. Hal ini sesuai dengan pendapat Zoumas dkk (2002) yang menyatakan bahwa kandungan pada produk pangan darurat mengandung lemak sebesar 35-45% dan karbohidrat sebesar 40-

50% dari total kalori. Maka kadar karbohidrat produk *foodbars* dari tepung millet putih dan tepung kacang merah telah memenuhi standar kecukupan gizi pangan darurat.

Kandungan air dalam bahan pangan mempengaruhi daya tahan pangan terhadap serangan mikroba, yang dinyatakan dengan a_w , yaitu jumlah air bebas yang dapat dipergunakan oleh mikroorganisme untuk pertumbuhannya ataupun untuk reaksi kimiawi. Menurut Winarno (1997) berbagai mikroorganisme mempunyai a_w minimum agar dapat tumbuh dengan baik. Namun nilai a_w juga dapat mempengaruhi berbagai reaksi yang terjadi dalam pangan seperti oksidasi lipid, pencoklatan non-enzimatis, reaksi hidrolitik dan aktivitas enzim.

Nilai a_w pada *foodbars* tepung millet putih dan tepung kacang merah dengan penambahan sorbitol adalah 0,75. Menurut Soekarto (1979), syarat *foodbars* yang merupakan pangan semi basah atau *intermediate moisture food* (IMF) memiliki kadar air 10-40% dengan nilai a_w berkisar antara 0,6-0,9.

KESIMPULAN

Formula pangan darurat berbentuk *foodbars* dengan formula terpilih dengan formulasi yaitu 15 g tepung millet putih, 10 g tepung kacang merah, 2 g gula halus, 10 g margarin, 13 g susu bubuk *full cream*. Jumlah air dan sorbitol yang ditambahkan pada formulasi terpilih sebesar 6,04 gram H_2O /bar dan 5 ml/bar. Dalam 100 g *food bars* dengan penambahan sorbitol sebagai humektan terkandung air, abu, protein, lemak, karbohidrat, nilai a_w dan kalori berturut-turut sebesar 18,726%; 2,606%; 9,446% 38,23%; dan 42,224%. 0,75 dan 229,185 kkal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LPPM-UNS yang telah membantu terlaksananya penelitian ini melalui Program Hibah Dana PNBPN UNS Tahun Anggaran 2014 Skim Hibah Unggulan Fakultas dengan nomor kontrak :501/UN27.11/PN/2014 tertanggal 16 Juni 2014.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1996. Pre-cooked of rice. Journal papers by IRRI scientists. Philipina Rice Edition : October, 1996.
- AOAC. 2000. Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC.
- Apriyantono, A., Fardiaz, S., Puspitasari, N.L., Yasni S, dan Budiyanoto, S. 1989. Analisis pangan. IPB Press. Bogor.
- Astawan, M. 2009. Sehat dengan hidangan kacang dan biji-bijian. Penebar Swadaya. Depok.
- BNBP. 2014. Info bencana: Informasi Kebencanaan Bulanan Teraktual. Pusdatinmas Badan Nasional Penanggulangan Bencana. Edisi Juni 2014.
- Caloriecontrol. 2006. Reduce-calorie sweeteners : sorbitol. Diakses pada 1 Desember 2014.

- (<http://www.caloriecontrol.org/index.html>)
- Gustami, A. 2013. Kalorimeter bom. Diakses pada 5 April 2013 (<http://www.slideshare.net/anggiapg/kalorimeter-bom>).
- Labuza, T.P. 1984. Moisture sorption: practical aspects of isotherm measurement and use. American Association of Cereal Chemists, St Paul, Minnesota.
- Marlin. 2009. Sumber pangan tanaman minor. <http://daengnawan.blogspot.com/2009/07/sumber-pangan-tanaman-minor.html>. [16 November 2013].
- Marsono, Y, Zuheid Noor dan Fitri Rahmawati, 2003. *Pengaruh diet kacang merah terhadap kadar gula darah tikus diabetic induksi alloxan*. Jurnal Teknologi & Industri Pangan, IV (1) : 1-6.
- Noerkoktiana, W., 2000. Kajian pembuatan formulasi pangan semi basah bergizi tinggi. (Skripsi). Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Prabowo, B., 2010. *Kajian Sifat Fisikokimia Tepung Millet Kuning dan Tepung Millet Merah*. Skripsi. Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Robson J. N. 1976. *Some Introductory Thoughts on Intermediate Foods*. Applied Science Publisher. London.
- Salunkhe, D. K., Chaven, J. K., dan Kadam S. S., 1985. *Postharvest biotechnology of cereals*. CRC Press, Inc. Boca Raton. Florida.
- Setyaningsih D., Apriyantono, A., dan Sari, M. P., 2010. *Analisis sensori untuk industri pangan dan agro*. IPB Press. Bogor.
- Setyaningtyas, A.G. 2008. *Formulasi produk pangan darurat berbasis tepung ubi jalar, tepung pisang, dan tepung kacang hijau menggunakan teknologi intermediate moisture food*. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Siswanti dan Ariyantoro, A. R., 2012. Karakterisasi snack bar dari tepung kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.) pratanak sebagai alternatif camilan penderita diabetes. Program Studi Teknologi Hasil Pertanian. Universitas Veteran Bangun Nusantara. Sukoharjo.
- Soekarto S. T., 1979. Air ikatan, penetapan kuantitatif dan penerapannya pada stabilitas pangan dan disain pangan semi basah. Departemen Teknologi Hasil Pertanian. Fatemeta. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Suyitno, T. 1995. Sifat penyerapan lembab bubuk buah durian dan sirsak. Agritech 16:5-10. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Widjanarko, Simon B. 2008. Pangan darurat (foodbars) berenergi tinggi menggunakan tepung komposit (tepung galek, tepung kedelai, tepung terigu) dan tepung porang (*Amorphophallus oncophyllus*) atau konjac flour. www.simonbwidjanarko.wordpress.com. [2 Januari 2014].
- Winarno, F. G. 1997. Kimia pangan. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Zoumas, B.L., L.E. Armstrong, J.R. Backstrand., W.L. Chenoweth., P. Chinachoti, B. P. Klein, H. W. Lane. K. S. Marsh., M. Tolvanen. 2002. High-energy, nutrient-dense

emergency relief food product. Food and Nutrition Board : Intitute of Medicine.
National Academy Press, Washington DC.

PENGARUH BERAS MERAH, PATI SAGU DAN RUMPUT LAUT TERHADAP KARAKTERISTIK BIHUN

Thomas Gozali^a, Hasnelly^b, Aristhia Fadhila Putri^c

Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan, Jl. Dr. Setiabudhi
No.193, Bandung, Indonesia 40153

*Email: thomasgozaly@gmail.com

ABSTRACT

The purpose of this research was produced brown rice noodles with testing the effect of adding seaweed porridge, the effect of adding brown rice flour on protein content and nutritional value of brown rice noodles and physical and organoleptic properties of the rice noodles and determined appropriate drying time to produce dried rice noodles in accordance with the desired. The experimental design used in this study was a 3 x 3 factorial in a randomized block design (RAK) factorial with three replications, in order to obtained as many as 27 combinations. The preliminary study was conducted to determine the amount of amylose content in brown rice flour used in the manufacture of red rice noodles. The result using a spectrophotometer method obtained amylose content of the rice used in the manufacture of rice noodles was 1.1405% amylose content with classroom diversity of glutinous rice amylose (0-2%). Sago starch ratio decrease of 50%, brown rice flour 30%, with 20% seaweed porridge (s1) and sago starch ratio of 60%, brown rice flour 25%, with 15% seaweed porridge (s2) did not show significant differences, different by treatment with the addition of 70% sago starch, brown rice flour 20%, with 10% seaweed porridge (s3) which shows a real difference to the moisture content of brown rice noodles. Analysis results for ash content, stating that the longer the drying time (T) against brown rice noodles product provides real difference to the ash content. The results of the treatment chosen for the protein content of brown rice noodles % N = 0.72 then obtained a protein content of 4.5%. Based on the table anava known F count less than F table 5%, then the sample of brown rice noodles in terms of color, flavor, and texture were not significantly different then it does not do further testing, so that the treatment ratio at each concentration (S) showed no real difference to the color, flavor, and texture of brown rice noodles with any drying time (T). Based on the graph peak height was known to pyridoxine of 1.2 cm with a retention time of 4.8 minutes, thiamine 1.8 cm with a retention time of 9.5 minutes, and riboflavin 1.3 cm with a retention time of 19.0 minutes. The content of vitamin B1 or thiamine in the rice milled about 0.12 mg / 100 g of brown rice sample and the approximately 0.21 mg / 100 g sample, or between 100 and 1000 g / 100 g sample, riboflavin between 10 and 100 mg / 100 g sample, and pyridoxine antara 1000 and 10,000 mg / 100 g sample.

Keywords: red rice, sagoo, rice noodles

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan produk bihun beras merah dengan menguji pengaruh penambahan bubur rumput laut, pengaruh penambahan tepung beras merah terhadap kadar protein dan nilai gizi bihun serta sifat fisik dan organoleptik bihun yang dihasilkan dan mengetahui lama pengeringan yang sesuai agar menghasilkan bihun kering sesuai dengan yang diinginkan. Penelitian pendahuluan dilakukan untuk mengetahui jumlah kadar amilosa pada tepung beras merah, dengan menggunakan metode spektrofotometer diperoleh kadar amilosa untuk beras yang digunakan dalam pembuatan bihun adalah 1,1405% kadar amilosa dengan kelas keragaman amilosa beras ketan (0-2%). Penurunan perbandingan pati sago 50%, tepung beras merah 30%, dengan bubur rumput laut 20% (s1) dan perbandingan pati sago 60%,

tepung beras merah 25%, dengan bubur rumput laut 15% (s2) tidak menunjukkan perbedaan nyata, berbeda dengan perlakuan penambahan pati sagu 70%, tepung beras merah 20%, dengan bubur rumput laut 10% (s3) yang menunjukkan perbedaan nyata terhadap kadar air bihun beras merah. Hasil analisis untuk kadar abu, menyatakan bahwa semakin lama waktu pengeringan (T) terhadap produk bihun beras merah memberikan perbedaan nyata terhadap kadar abu. Hasil penelitian dari perlakuan terpilih untuk kadar protein bihun beras merah yaitu %N = 0,72 maka diperoleh kadar protein sebesar 4,5% . Berdasarkan tabel anava diketahui F hitung kurang dari F tabel 5%, maka sampel bihun beras merah dalam hal warna, rasa, dan tekstur tidak berbeda nyata maka tidak dilakukan uji lanjut, sehingga perlakuan perbandingan pada setiap konsentrasi (S) menunjukkan perbedaan yang tidak nyata terhadap warna, rasa, dan tekstur bihun beras merah dengan setiap lama pengeringan (T). Berdasarkan grafik diketahui tinggi puncak untuk piridoksin 1,2 cm dengan waktu retensi 4,8 menit, tiamin 1,8 cm dengan waktu retensi 9,5 menit, dan riboflavin 1,3 cm dengan waktu retensi 19,0 menit. Kandungan vitamin B1 atau tiamin dalam beras giling sekitar 0,12 mg/100 g sampel dan dalam beras merah sekitar 0,21 mg/ 100 g sampel, atau antara 100 dan 1000 µg/100 g sampel, riboflavin antara 10 dan 100 µg/100 g sampel, dan piridoksin antara 1000 dan 10.000 µg/100 g sampel.

Kata kunci: beras merah, sagu, bihun

PENDAHULUAN

Konsumsi bihun di Indonesia berkembang dengan pesat, bihun merupakan jenis makanan yang sesuai dengan kebutuhan atau kesukaan konsumen Indonesia, bahkan dapat dikatakan bihun telah menjadi pangan alternatif utama setelah nasi dan mi. Indonesia mampu menghasilkan beragam komoditas sumber karbohidrat yang perlu ditingkatkan pemanfaatannya terutama untuk penyediaan pangan alternatif bagi masyarakat (Munarso dan Haryanto, 2010).

Tepung terigu selama ini merupakan salah satu kebutuhan di Indonesia yang diperoleh dengan cara mengimpor dalam jumlah besar. Usaha untuk menurunkan penggunaan tepung terigu dapat dilakukan dengan diversifikasi pangan yaitu substitusi tepung terigu dengan tepung beras dan rumput laut. Salah satu produk yang bisa dibuat adalah bihun kering (Israzul, 2013).

Salah satu upaya untuk mengatasi ketersediaan pangan adalah dengan melakukan diversifikasi pangan pokok sebagai sumber energi bagi masyarakat. Pangan pokok sumber karbohidrat yang bersifat lokal (*indigenous*) banyak ditemukan pada beberapa daerah di Indonesia. Konsumsi pangan pokok lokal dan pengolahannya secara tradisional sudah berlangsung turun temurun di berbagai daerah di Indonesia. Kondisi yang demikian itu sangat potensial untuk usaha penelitian dan pengembangan diversifikasi pangan berbasis pangan pokok lokal. Hal ini akan mempermudah tindak lanjut terhadap hasil penelitian yaitu sosialisasi kepada masyarakat, sehingga penerimaan masyarakat terhadap produk baru cenderung lebih mudah.

Tanaman sagu (*Metroxylon sp.*) merupakan salah satu potensi pangan lokal Indonesia. Sebanyak 51,3% dari 2,2 juta ha areal lahan sagu di dunia, terdapat di Indonesia. Daerah potensial penghasil sagu di Indonesia meliputi Riau, Sulawesi, Maluku dan Papua. Menurut Maturbongs et al. (2001), setiap pohon sagu yang tumbuh di beberapa daerah di Papua dapat menghasilkan pati basah dengan kisaran 85-1000 kg pati sagu basah per batang.

Pati sagu dimanfaatkan sebagai bahan utama atau campuran untuk pembuatan kue dan makanan kecil seperti empek-empek, bakso, kue lapis, dan cendol. Masyarakat Indonesia timur mengolah sagu menjadi kue kering bagea. Pengolahan sagu sebagai makanan pokok dikonsumsi dalam bentuk papeda. Namun hingga saat ini tingkat konsumsi sagu sebagai makanan pokok menurun akibat beralihnya masyarakat kepada konsumsi beras.

Beras merupakan bahan makanan sebagai sumber energi bagi manusia. Selain itu, beras juga merupakan sumber protein, vitamin dan juga mineral yang bermanfaat bagi kesehatan. Berdasarkan warna beras, di Indonesia dikenal beberapa jenis beras seperti beras putih, beras hitam, beras ketan dan beras merah. Beras merah umumnya dikonsumsi tanpa melalui proses penyosohan, tetapi hanya digiling menjadi beras pecah kulit, kulit arinya masih melekat pada endosperm.

Beras merah sudah lama diketahui bermanfaat bagi kesehatan, selain sebagai pangan pokok. Padi beras merah yang umumnya adalah padi gogo kurang populer sebagai makanan pokok masyarakat. Demikian juga dalam kegiatan penelitian, padi beras merah tidak menjadi prioritas untuk diteliti. Ling et al. (2001) menyatakan padi beras merah banyak ditanam terutama di Asia Selatan, Italia, Yunani, dan Amerika Serikat. Di Cina, beras berwarna dipercaya sebagai makanan sehat, tetapi belum ada penelitian yang membuktikan bahwa mengonsumsi beras merah dan hitam berpengaruh pada penyakit atherosklerosis atau pembuluh darah.

Rumput laut (*Eucheuma Cottoni*) merupakan salah satu sumberdaya alam hayati Indonesia. Tumbuhan ini mempunyai nilai ekonomis yang penting dalam industri kosmetik, pangan dan lain-lain. Rumput laut banyak diolah dalam bentuk kering setelah melalui proses penjemuran atau diolah menjadi makanan siap konsumsi, seperti: dodol, manisan dan minuman. Saat ini kebanyakan makanan siap konsumsi yang dijual masyarakat adalah minuman sari buah, tetapi untuk minuman dari rumput laut jarang ditemui dilingkungan masyarakat (Nursanto, 2004).

Kandungan *dietary fiber* dan nutrisinya bermanfaat sebagai antioksidan, antimutagenik, anti koagulan, anti tumor, dan metabolisme lipid. Rumput laut juga sebagai sumber iodium alami yang terbaik (Yanti, 2005). Kandungan serat (*dietary fiber*) pada rumput laut bersifat untuk mengenyangkan dan memperlancar proses metabolisme tubuh, sehingga sangat baik dikonsumsi penderita obesitas. Obesitas atau kelebihan berat badan dapat menyebabkan berbagai efek negatif untuk kesehatan, dimana penyebab obesitas salah satunya karena mengonsumsi kandungan lemak dan gula yang tinggi. Rumput laut bermanfaat untuk kesehatan karena kandungan zat gizinya antara lain: karbohidrat, protein, mineral, vitamin dan sedikit lemak, lebih banyak vitamin A (beta karoten), B1, B2, B6, B12, C dan niacin, serta mineral yang penting, seperti kalsium dan zat besi (Nursanto, 2004). Untuk itu perlu adanya inovasi teknologi yang akan memberikan nilai tambah pada rumput laut salah satunya adalah dengan pembuatan bihun rumput laut dengan campuran tepung beras merah.

Bihun yang diolah dari tepung beras merah dan rumput laut memiliki kandungan protein dan serat tinggi serta beberapa vitamin yang dibutuhkan tubuh. Sumber protein dapat diperoleh dari sumber hewani maupun nabati, dalam produk bihun beras merah dengan campuran rumput laut protein berasal dari beras merah yang telah menjadi tepung beras merah dan rumput laut yang telah diolah menjadi bubur rumput laut.

Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan produk bihun beras merah dengan kadar protein yang tinggi serta nilai gizi lainnya melalui penambahan bubur rumput laut, menguji pengaruh penambahan tepung beras merah terhadap kadar protein dan nilai gizi bihun beras merah serta sifat fisik dan organoleptik bihun yang dihasilkan dan mengetahui lama pengeringan yang sesuai agar menghasilkan bihun beras merah sesuai dengan yang diinginkan.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah tepung beras merah (*Oryza nivara*) 135 gram, bubur rumput laut (*Eucheuma cottonii*) 135 gram, pati sagu (*Metroxylon sp*) 450 gram, *Carboxy Methyl Celullose* (CMC), air, dan garam. Bahan-bahan yang akan digunakan untuk analisis adalah aquades, H_2SO_4 pekat, NaOH 0,1 N, HCl 0,1N, granula Zn, NaOH 50%, indikator (PP), larutan sulfat-methanol 15%, toluen, PUFA Mix 1 dan batu didih.

Alat-alat yang akan digunakan pada penelitian ini adalah dandang (panci kukusan), timbangan digital, baskom plastik, pencetak atau pemotong mi (*roll press*), kromatografi gas cair, detektor FID, kertas integrator HP 3396 A, dan cawan.

Metode penelitian akan dibagi menjadi dua tahap, yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama.

1. PenelitianPendahuluan

- a. Pemilihan perbandingan tepung beras merah, bubur rumput laut, dan pati sagu. Bihun kering yang dibuat pada penelitian pendahuluan dibuat melalui 3 macam perbandingan, yaitu :

Tabel 1. Perbandingan Formulasi Pati Sagu, Tepung Beras Merah dan Bubur Rumput Laut

Pati Sagu	Tepung Beras Merah	Bubur Rumput Laut
50	30	20
60	25	15
70	20	10

Perbedaan ketiga perbandingan tersebut dimaksudkan untuk mendapatkan kualitas bihun yang terbaik.

- b. Analisis bahan bakubihun beras merah terpilih, meliputi kadaramilosa metode spektrofotometri (Sudarmadji, 1989).

2. Penelitian Utama

Penelitian utama merupakan lanjutan dari penelitian pendahuluan dimana penelitian utama ini bertujuan untuk mengetahui jumlah perbandingan pati sagu, tepung beras merah,

dan bubur rumput laut yang digunakan dalam pembuatan bihun beras merah, sehingga dapat diketahui jumlah perbandingan pati sagu, tepung beras merah, dan bubur rumput laut yang paling baik untuk pembuatan bihun beras merah.

a. Rancangan Perlakuan

Model rancangan percobaan yang dipakai dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 2 faktor 3 taraf, yaitu :

Faktor 1. Perbandingan Konsentrasi Pati Sagu : Tepung Beras Merah : Bubur Rumput laut (S)

$s_1 = 50\%$ (PS) : 30% (TBM) : 20% (RL)

$s_2 = 60\%$ (PS) : 25% (TBM) : 15% (RL)

$s_3 = 70\%$ (PS) : 20% (TBM) : 10% (RL)

Faktor 2. Lama Pengeringan (T)

$t_1 = 40$ menit

$t_2 = 50$ menit

$t_3 = 60$ menit

b. Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pola faktorial 3×3 dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial dengan 3 kali ulangan, sehingga diperoleh sebanyak 27 kombinasi.

c. Rancangan Analisis

Berdasarkan rancangan tersebut diatas, maka dapat dibuat analisis variansi (ANOVA) yang berdasarkan pola dengan rancangan percobaan RAK faktorial:

d. Rancangan Respon

Analisa produk akhir yang dilakukan pada penelitian ini meliputi respon kimia, dan respon organoleptik. Respon kimia meliputi kadar protein dengan metode Kjeldahl (AOAC, 1995), kadar abu metode Gravimetri (SNI 01-2891-1992), kadar air metode Gravimetri (AOAC, 1995), dan vitamin B metode HPLC (AOAC, 1998). Sedangkan respon organoleptik yang dilakukan adalah warna, aroma, rasa, kenampakan, dan tekstur yang paling disukai. Metode yang digunakan dalam pengujian adalah uji hedonic dengan menggunakan 15 orang panelis terlatih.

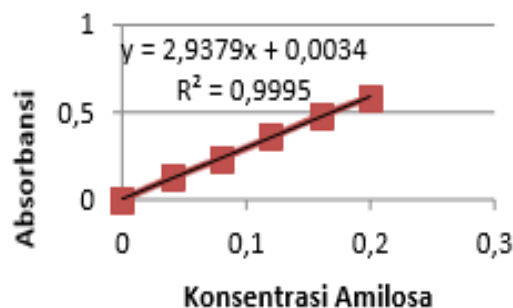
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian pendahuluan dilakukan mengetahui jumlah kadar amilosa pada tepung beras merah yang digunakan dalam pembuatan bihun beras merah. Hasil perhitungan dengan menggunakan metode spektrofotometer diperoleh kadar amilosa untuk beras yang digunakan dalam pembuatan bihun adalah 1.1405% kadar amilosa dengan kelas keragaman amilosa beras ketan (0-2%).

Kadar amilosa beras merah sebesar 1.1405% berarti beras memiliki kadar amilosa rendah, dimana apabila dimasak nasinya kurang lengket, agak pulen, tidak mengembang dan tetap menggumpal setelah dingin.

Beras mengandung karbohidrat sekitar 80%-90% yang terdiri atas amilopektin dan amilosa. Peran amilopektin dalam sifat fungsional pati sangat sulit untuk ditentukan karena amilopektin memiliki kecenderungan untuk membentuk kumpulan tidak larut air.

Amilosa merupakan hal yang banyak diteliti dalam memperkirakan karakter pati dari beras. Kadar amilosa mempengaruhi sifat fisikokimia beras dan dapat digunakan untuk mendeteksi tingkat kepulenan nasi yang dihasilkan. Kandungan amilosa mempunyai korelasi positif dengan jumlah penyerapan air dan pengembangan volume nasi selama pemasakan (Aliawati, 2003). Pengukuran kadar amilosa pada beras merah dilakukan berdasarkan prinsip iodine binding (pengikatan iodine), dimana amilosa akan berikatan dengan iodine pada pH rendah (4.5-4.8) dan pada panjang gelombang 620 nm menghasilkan kompleks berbentuk heliks yang berwarna biru. Intensitas warna biru ini kemudian diukur menggunakan spektrofotometer. Metode ini terdiri dari dua tahap yaitu tahap pembuatan kurva standar dan tahap penetapan sampel. Pembuatan kurva standar dilakukan dengan menggunakan amilosa murni dan diperoleh nilai hubungan antara konsentrasi amilosa dan absorbansinya seperti yang diperlihatkan pada lampiran. Persamaan garis yang diperoleh dari regresi linear antara konsentrasi amilosa dan absorbansi adalah $y = 2.9379x + 0.0034$, $R^2 = 0.9995$. Kurva standar yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 3. Dari persamaan regresi diperoleh slope kemiringan kurva standar yaitu 2,9379.



Gambar 1. Kurva Standar Hubungan Konsentrasi Amilosa Standar dengan Absorbansi.

Respon kimia yang dilakukan terhadap hasil penelitian utama untuk bihin beras merah adalah kadar air, kadar abu, kadar protein, vitamin B dan uji organoleptik yang meliputi atribut warna, rasa serta tekstur dari bihin beras merah.

1. Respon kimia
 - a. Kadar Air

Kadar air menjadi salah satu parameter utama yang menentukan kualitas produk makanan seperti bihin. Kadar air yang rendah dapat mencegah pertumbuhan bakteri atau jamur yang dapat mengakibatkan kerusakan pada produk. Kadar air sangat penting peranannya dalam mempertahankan mutu pangan, semakin kecil kadar air yang diperoleh

maka semakin baik mutu produk bahan pangan tersebut. Selain itu juga kadar air merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kestabilan iodium dalam bahan pangan (Cahyadi, 2008 dan Desmawarni, 2007).

Hasil penelitian bervariasi dari setiap perlakuan untuk kadar air bihun beras merah. Dari hasil analisis kadar air bihun beras merah untuk setiap perlakuan serta hasil sidik ragam (ANOVA), menunjukkan bahwa interaksi antara perbandingan konsentrasi pati sagu, tepung beras merah dan bubur rumput laut (S) dan lama pengeringan (T) tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air bihun beras merah, berbeda dengan perbandingan konsentrasi pati sagu, tepung beras merah dan bubur rumput laut (S) yang secara mandiri memberikan pengaruh terhadap kadar air bihun beras merah antar perlakuan.

Tabel 3. Efek Perbandingan Konsentrasi Pati Sagu, tepung Beras merah dan Bubur Rumput Laut (S) terhadap Kadar Air Bihun.

Konsentrasi Pati Sagu, tepung Beras merah dan Bubur Rumput Laut	Nilai Pengamatan	Taraf Nyata 5%
s_1 = 50% (PS) : 30% (TBM) : 20% (RL)	50.31	a
s_2 = 60% (PS) : 25% (TBM) : 15% (RL)	51.49	a
s_3 = 70% (PS) : 20% (TBM) : 10% (RL)	55.46	a

Berdasarkan tabel diatas (Tabel 3), menandakan semakin menurunnya konsentrasi dari tepung beras merah, bubur rumput laut dan meningkatnya konsentrasi pati sagu yang diberikan terhadap produk bihun beras merah tidak ada perbedaan nyata terhadap kadar air, semakin menurunnya konsentrasi tepung beras merah dan bubur rumput laut maka kadar air yang terkandung dalam bihun beras merah juga semakin kecil. Hal ini dapat disebabkan karena meningkatnya pati sagu bersamaan dengan menurunnya tepung beras merah dan bubur rumput laut sehingga kadar air pada bihun beras merah menjadi menurun karena penurunan penambahan bubur rumput laut yang memiliki kandungan air tinggi.

Perlakuan penurunan perbandingan pati sagu 50%, tepung beras merah 30%, dengan bubur rumput laut 20% (s_1) dan perbandingan pati sagu 60%, tepung beras merah 25%, dengan bubur rumput laut 15% (s_2) tidak menunjukkan perbedaan nyata, berbeda dengan perlakuan penambahan pati sagu 70%, tepung beras merah 20%, dengan bubur rumput laut 10% (s_3) yang menunjukkan tidakberbeda nyata terhadap kadar air bihun beras merah.

Hasil perhitungan menyatakan kadar air bihun beras merah pada setiap perlakuan memiliki nilai rata-rata 7.41%-11.45%, sedangkan menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) tahun 1992 bihun memiliki kadar air sebesar maksimal 13%. Kadar air yang terdapat pada sebagian bihun beras merah melebihi batas standar SNI yang mungkin disebabkan oleh penambahan rumput laut pada pembuatan bihun beras merah, dimana rumput laut memiliki kadar air sebesar 31% - 35%, oleh karena itu bihun beras merah dilakukan pengeringan untuk membuat umur simpan dari bihun beras merah menjadi lebih lama, karena semakin rendah kandungan air pada bahan atau produk maka tidak akan mudah rusak akibat aktivitas mikroorganisme.

b. Kadar Abu

Kadar abu adalah zat anorganik sisa hasil pembakaran suatu bahan organik dan pestisida yang digunakan pada bahan saat ditanam. Kandungan abu dan komposisinya tergantung pada macam bahan dan cara pengabuannya. Kandungan abu ada hubungannya dengan mineral suatu bahan. Mineral yang terdapat dalam suatu bahan dapat merupakan dua macam garam yaitu garam organik dan anorganik. Garam organik misalnya garam-garam asam malat, oksalat, dan asetat sedangkan garam anorganik antara lain dalam bentuk garam fosfat, karbonat, klorida, sulfat, dan nitrat (Sudarmadji, 2003).

Hasil penelitian bervariasi dari setiap perlakuan untuk kadar abu bihun beras merah. Dari hasil analisis kadar abu bihun beras merah untuk setiap perlakuan serta hasil sidik ragam (ANOVA), menunjukkan bahwa interaksi antara perbandingan konsentrasi pati sagu, tepung beras merah dan bubur rumput laut (S) dan lama pengeringan (T) tidak berpengaruh terhadap kadar abu bihun beras merah, berbeda dengan lama waktu pengeringan (T) yang secara mandiri memberikan pengaruh terhadap kadar abu produk olahan bihun beras merah antar perlakuan.

Tabel 4. Efek Lama Pengeringan (T) terhadap Kadar Abu Bihun Beras Merah

Lama Pengeringan (T)	Nilai Pengamatan	Taraf Nyata 5%
t ₁ (40 menit)	1,30	a
t ₂ (50 menit)	0,88	a
t ₃ (60 menit)	1,32	b

Hasil analisis tabel 4, menyatakan bahwa semakin lama waktu pengeringan (T) terhadap produk bihun beras merah memberikan perbedaan nyata terhadap kadar abu. Semakin lama waktu pengeringan (T) maka kadar abu yang terkandung dalam bihun beras merah juga semakin kecil hal ini disebabkan karena bihun beras merah telah dilakukan pengeringan dimana kadar air dan zat-zat yang terkandung didalamnya berkurang sehingga kadar abu pada bihun beras merah menurun.

Hasil perhitungan menyatakan kadar abu bihun beras merah pada setiap perlakuan memiliki nilai rata-rata 0,88%-1,32%, sedangkan menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) tahun 1992 bihun memiliki kadar abu maksimal 1%. Kadar abu yang terdapat pada sebagian bihun beras merah tidak sesuai hal ini diakibatkan pengeringan yang dilakukan pada bihun beras merah yang mengakibatkan penurunan kadar air dan zat-zat yang terkandung di dalamnya karena semakin banyak air dan mineral atau zat-zat yang terkandung pada suatu produk maka kadar abu semakin meningkat, sedangkan semakin sedikit air dan mineral atau zat-zat yang terkandung pada suatu produk maka kadar abu semakin menurun.

Perlakuan lama pengeringan pada waktu 50 menit (t₂) menunjukkan adanya penurunan kadar abu, hal ini disebabkan karena penggunaan beras merah yang berbeda pada setiap perlakuan dan ulangan pembuatan bihun beras merah, dimana kandungan yang terdapat pada beras merah yang diperoleh dari sumber berbeda akan mempengaruhi produk yang dihasilkan akibat dari jenis bahan itu sendiri sehingga mempengaruhi kandungan zat-zat pada produk bihun beras merah.

Perlakuan pengeringan 40 menit (t_1) dan 60 menit (t_2) tidak menunjukkan adanya perbedaan nyata pada pengujian kadar abu, sehingga dapat diketahui produk yang paling baik adalah perlakuan dengan lama pengeringan 50 menit (t_2) karena mempunyai waktu pengeringan yang tidak terlalu lama dan tidak terlalu cepat sehingga produk memiliki elastisitas yang baik atau sesuai dengan yang diinginkan.

c. Kadar Protein

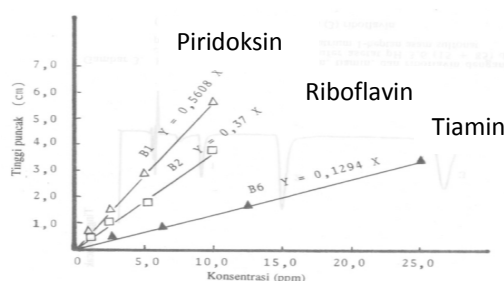
Protein adalah suatu bahan makanan makronutrien, molekul protein mengandung unsur yang khusus yang tidak terdapat dalam karbohidrat dan lemak yaitu unsur nitrogen. Protein sangat penting bagi tubuh, karena zat ini disamping berfungsi sebagai bahan bakar dalam tubuh juga berfungsi sebagai zat pembangun tubuh.

Bihun beras merah dibuat menggunakan campuran pati sagu, rumput laut dan beras merah, dengan adanya pemanasan, protein dalam bahan makanan akan mengalami perubahan dan membentuk persenyawaan dengan bahan lain, misalnya antara asam amino hasil perubahan protein dengan gula-gula reduksi yang membentuk senyawa rasa dan aroma makanan. Pemanasan yang berlebihan atau perlakuan lain mungkin akan meruak protein apabila dipandang dari sudut gizinya (Sudarmadji, 1989).

Hasil penelitian dari perlakuan terpilih (s_2t_3) untuk kadar protein bihun beras merah yaitu %N = 0.72 maka diperoleh kadar protein sebesar 4.5%, sedangkan menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) tahun 1992 bihun memiliki kadar protein minimal 4% maka dapat diketahui bahwa kadar protein bihun beras merah memenuhi SNI. Protein yang tinggi pada bihun beras merah didapat dari tepung beras merah yang digunakan dimana kandungan protein pada beras merah adalah 2%-5% lebih tinggi dari beras putih. Protein yang terdapat pada bahan pangan memiliki fungsi sebagai zat pembangun tubuh sehingga semakin tinggi kandungan protein maka semakin baik juga makanan tersebut dikonsumsi.

d. Vitamin B

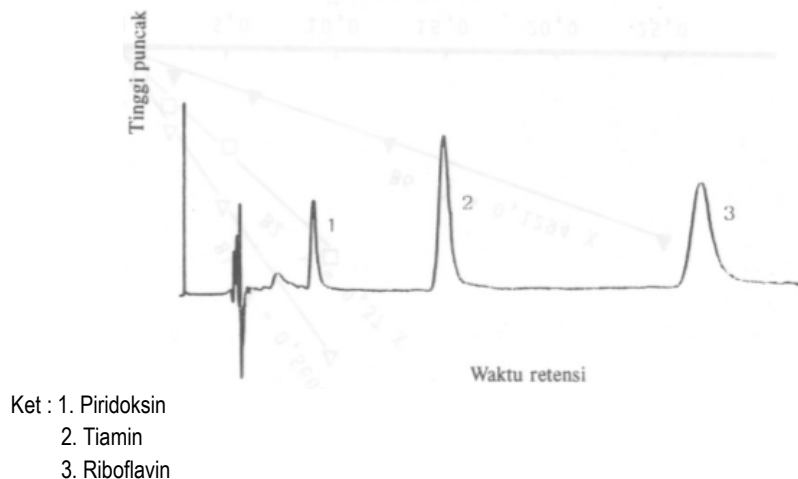
Pada penelitian ini diperoleh persamaan linier untuk piridoksin, tiamin, dan riboflavin berturut-turut sebagai berikut $Y = 0.1294 X$, $Y = 0.5608 X$, dan $Y = 0.3700 X$ (Y ialah tinggi puncak standar vitamin dalam cm, dan X ialah konsentrasi standar vitamin dalam ppm). Kurva kalibrasi piridoksin, tiamin, dan riboflavin dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kurva Kalibrasi Standar Vitamin.

Penentuan piridoksin, tiamin, dan riboflavin dalam beras dapat dilakukan secara serentak dengan cara HPLC menggunakan kolom μ -Bondapak C18, detektor ultra violet

pada panjang gelombang 254 nm, dan eluen yang digunakan adalah campuran metanol/larutan bufer asetat pH 3.6 (15 + 85) dengan menambahkan 0.005 M garam natrium 1-heptan asam sulfonat.



Gambar 3. Hasil kromatogram piridoksin, tiamin, dan riboflavin dengan eluen campuran metanol/larutan bufer asetat pH 3,6 (15 + 85) dengan penambahan 0.005 M garam natrium 1-heptan asam sulfonat.

Berdasarkan grafik diketahui tinggi puncak untuk piridoksin 1.2 cm dengan waktu retensi 4.8 menit, tiamin 1,8 cm dengan waktu retensi 9,5 menit, dan riboflavin 1,3 cm dengan waktu retensi 19,0 menit.

Kandungan vitamin B1 atau tiamin sekitar 0.12 mg/100 g sampel dan dalam beras merah sekitar 0.21 mg/ 100 g sampel, atau antara 100 dan 1000 µg/100 g sampel, riboflavin antara 10 dan 100 µg/100 g sampel, dan piridoksin antara 1000 dan 10.000 µg/100g sampel.

2. Respon Organoleptik

a. Warna

Penentuan mutu bahan pangan sebelum faktor lain (seperti rasa dan sebagainya) dijadikan bahan pertimbangan faktor warna tampil lebih dahulu, kadang-kadang sangat menentukan pada suatu bahan pangan yang bernilai gizi, enak dan teksturnya sangat baik, kurang dinikmati bila memiliki warna yang tidak sedap dipandang atau memberi kesan telah menyimpang dari warna yang seharusnya (Winarno, 1992).

Hasil penelitian dari perlakuan untuk warna bihun beras merah, dari hasil analisis warna bihun beras merah untuk setiap perlakuan yang menunjukkan bahwa tidak adanya interaksi antara konsentrasi pati sagu, tepung beras dan bubur rumput laut (S) dan waktu pengeringan (T) tidak berpengaruh terhadap warna bihun beras merah.

Berdasarkan tabel anava diketahui F hitung kurang dari F tabel 5%, maka sampel bihun beras merah dalam hal warna tidak berbeda nyata maka tidak dilakukan uji lanjut Duncan.

Perlakuan perbandingan pada setiap konsentrasi (S) menunjukkan perbedaan yang tidak nyata terhadap warna bihun beras merah dengan setiap lama pengeringan (T).

Warna dari bihun beras merah dipengaruhi oleh perbandingan tepung beras merah, pati sagu dan bubur rumput laut dengan konsentrasi yang semakin banyak tepung beras merah yang ditambahkan akan membuat warna dari bihun beras merah semakin merah karena dalam beras merah memiliki kandungan zat warna merah atau ungu yang sering disebut zat warna antosianin.

Warna putih yang berasal dari pati sagu akan mempengaruhi warna dari bihun beras merah dimana semakin meningkat konsentrasi yang diberikan maka warna bihun beras merah akan semakin menurun menjadi lebih muda dikarenakan pati mengalami proses gelatinisasi yang membuat warna putih pada bihun beras merah menjadi transparan.

b. Rasa

Hasil penelitian dari setiap perlakuan untuk rasa bihun beras merah untuk setiap perlakuan serta hasil sidik ragam (ANOVA), menunjukkan bahwa interaksi antara perbandingan pati sagu, tepung beras merah dan bubur rumput laut (S) serta lama pengeringan terhadap rasa bihun beras merah.

Berdasarkan tabel anava diketahui F hitung kurang dari F tabel 5%, maka sampel bihun beras merah dalam hal rasa tidak berbeda nyata maka tidak dilakukan uji lanjut Duncan.

Perlakuan perbandingan pada setiap konsentrasi (S) menunjukkan perbedaan yang tidak nyata terhadap rasa bihun beras merah dengan setiap lama pengeringan (T).

Rasa merupakan faktor yang cukup penting dari suatu produk makanan selain warna dan aroma, komponen yang dapat menimbulkan rasa yang diinginkan tergantung dari senyawa penyusunnya. Misalnya bumbu-bumbu dan bahan tambahan lainnya yang sengaja ditambahkan yang dapat memberikan rasa yang khas pada beberapa produk makanan. Citarasa suatu bahan pangan biasanya tidak stabil, dapat mengalami perubahan selama pengolahan, dan penyimpanan.

Rasa pada bihun beras merah ini diakibatkan dari penambahan tepung beras merah dan bubur rumput laut pada adonan sehingga memberikan rasa gurih.

c. Tekstur

Tekstur adalah segi penting mutu makanan. Ciri paling penting untuk penilaian suatu makanan adalah kekerasan dan kandungan air. Tekstur terkadang lebih penting dari pada bau, rasa, dan warna (DeMan, 1997).

Hasil penelitian dari setiap perlakuan untuk rasa bihun beras merah untuk setiap perlakuan serta hasil sidik ragam (ANOVA), menunjukkan bahwa interaksi antara perbandingan pati sagu, tepung beras merah dan bubur rumput laut (S) serta lama pengeringan terhadap tekstur bihun beras merah.

Berdasarkan tabel anava diketahui F hitung kurang dari F tabel 5%, maka sampel bihun beras merah dalam hal tekstur tidak berbeda nyata maka tidak dilakukan uji lanjut Duncan.

Perlakuan perbandingan pada setiap konsentrasi (S) menunjukkan perbedaan yang tidak nyata terhadap tekstur bihun beras merah dengan setiap lama pengeringan (T).

Bihun dengan bahan dasar campuran pati sagu, tepung beras merah dan bubur rumput laut memiliki kadar air yang tinggi, hal ini disebabkan karena jumlah gugus hidroksil dalam molekul pati cukup kecil sehingga kemampuan menyerap airnya pun kurang. Terjadinya peningkatan viskositas disebabkan air yang sebelumnya berada dalam granula dan bebas bergerak sebelum suspensi dipanaskan kini sudah berada dalam butir-butir pati dan tidak dapat bergerak dengan bebas lagi. Selain itu, suhu gelatinisasi juga mempengaruhi kandungan kadar air makin kental larutan maka suhu makin lambat tercapai. Pati sagu apabila dipanaskan akan menjadi kental sehingga menyebabkan penyerapan air lebih lambat.

KESIMPULAN

Hasil penelitian dari perlakuan terpilih untuk kadar protein bihun beras merah yaitu %N = 0,72 maka diperoleh kadar protein sebesar 4,5%, sedangkan menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) tahun 1992 bihun memiliki kadar protein minimal 4% maka dapat diketahui bahwa kadar protein bihun beras merah memenuhi SNI. Protein yang tinggi pada bihun beras merah didapat dari tepung beras merah yang digunakan dimana kandungan protein pada beras merah adalah 2-5% lebih tinggi dari beras putih. Berdasarkan tabel anava diketahui F hitung kurang dari F tabel 5%, maka sampel bihun beras merah dalam hal warna, rasa, dan tekstur tidak berbeda nyata maka tidak dilakukan uji lanjut, sehingga perlakuan perbandingan pada setiap konsentrasi (S) menunjukkan perbedaan yang tidak nyata terhadap warna, rasa, dan tekstur bihun beras merah dengan setiap lama pengeringan (T). Kandungan vitamin B1 atau tiamin sekitar 0,12 mg/100 g sampel dan dalam beras merah sekitar 0,21 mg/ 100 g sampel, atau antara 100 dan 1000 µg/100 g sampel, riboflavin antara 10 dan 100 µg/100 g sampel, dan piridoksin antara 1000 dan 10.000 µg/100g sampel.

DAFTAR PUSTAKA

- Aliawati. 2003. Teknik Analisis Kadar Amilosa dalam Beras. <http://eprints.unika.ac.id>.
- DeMan. 1997. Pengaruh Kadar Air terhadap Tekstur dan Warna. <http://repository.unhas.ac.id>.
- Desmawarni. 2007. Kadar Air. <http://eprints.undip.ac.id>.
- Israzul. 2013. Formulasi Mie Kering dengan Substitusi Tepung Kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) dan Penambahan Tepung Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus* L.). Skripsi, FTP Universitas Brawijaya Malang.
- Ling W.H., Q.X. Cheng, J. Ma, and T. Wang. 2001. Red and black rice decrease atherosclerotic plaque formation and increase antioxidant in rabbits. *J. Nutr.* 131(5): 1421–1426.
- Maturbongs. 2001. Teknologi Tepat Guna Agroindustri Kecil. www.eprints.ung.ac.id.
- Munarso, S.J. dan B. Haryanto. 2010. Perkembangan Teknologi Pengolahan Mie. http://www.iptek.net.id/ind/pdf/prosiding/poster/PTP18_BambangHar_Pengolahan_mie.pdf.

-
- Nursanto, Iman. 2004. Pembuatan Minuman Sebagai Usaha Diversifikasi Rumput Laut *Eucheuma cottoni*. Skripsi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Bogor: IPB.
- Sudarmadji. 1989. Analisa Bahan Makanan dan Pertanian. Yogyakarta, DIY, Indonesia: Liberty Yogyakarta.
- Standarisasi Nasional Indonesia. 1992. Standar Nasional Bihun. (SNI 01-2975-1992).
- Winarno, F. G. 1992. Kimia Pangan. Pustaka Sinar Harapan, Jakarta.
- Yanti. 2005. Rumput Laut. Skripsi Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala. Indonesia.

PENGARUH BENTUK DAN UKURAN PEMBERASAN BUTIRAN TEPUNG JAGUNG TERGELATINISASI TERHADAP KARAKTERISTIK NASI JAGUNG INSTAN

The Effect of Form and Size as Rice Grains of Gelatinized Corn Flour's on the Characteristics of Instant Corn Rice

Sugito, Agus Wijaya, Friska Syaiful dan Dedi Setiawan

Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Jl. Raya Palembang-Prabumulih Km 32 Indralaya, Ogan Ilir

E-mail : sugitoluwian@gmail.com

ABSTRACT

The objective of this research was to analyze the effect of form and size as rice grains of gelatinized corn flour's granules on the characteristics of instant corn rice. A Non Factorial Completely Randomized Designed was used in this research and carried out in four times. One factor was investigated, namely form and particle size of gelatinized corn flour (granular size of 8, 14, 25 mesh, as well as cylindrical shape with a diameter of 0.2 and length 0.2; and diameter 0.2 and length 0.5 cm). The observed parameters were colour (including lightness, redness and yellowness) and moisture content of rice and cooked corn rice, as well as texture, water absorption, serving time, ash content, dietary fiber content and sensory characteristics using hedonic test (colour, texture, aroma and flavour) of cooked corn rice. The result showed that the particle size had significant effects on lightness and moisture content (rice and cooked rice), as well as the following parameters for cooked rice, including: yellowness, water absorption, serving time and sensory characteristics (color, texture, flavour), corn rice instant. The F_1 treatment (granular form of 25 mesh) was found to be the best treatment with the following characteristics: 75.35% and 65.35% of lightness, +9.18 and +6.68 of redness, +23.95 and +19.03 of yellowness, and 4.30 and 27.98%, of moisture content for rice and cooked rice, respectively; as well as the characteristics for cooked rice: 52.28 gf of texture, 18.17% of water absorption, 4.20 minutes of serving time, 0.45% of ash content, and average hedonic scores of 2.84, 2.52, 2.68 and 2.68 for color, texture, aroma and flavor, respectively.

Keywords: flours, Instant corn rice, particle size.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh bentuk dan ukuran pemberasan tepung jagung tergelatinisasi terhadap karakteristik nasi jagung instan. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Non Faktorial dengan satu faktor perlakuan dan masing-masing kombinasi perlakuan diulang sebanyak empat kali. Satu faktor yang digunakan yaitu ukuran partikel (bentuk granula lolos 25 mesh, 14 mesh, 8 mesh, bentuk silinder diameter 0,2 panjang 0,2 cm, diameter 0,2 panjang 0,2 cm). Parameter yang diukur adalah warna beras dan nasi (lightness, redness, yellowness), tekstur, daya serap air, lama penyajian, sifat kimia kadar air beras dan nasi, kadar abu, kadar serat pangan, dan uji hedonik (warna, tekstur, aroma, dan rasa). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan ukuran pemberasan berpengaruh nyata terhadap lightness, yellowness, daya serap air, lama penyajian, kadar air nasi dan beras dan uji hedonik (warna, tekstur, rasa) nasi jagung instan. Perlakuan ukuran pemberasan nasi jagung berpengaruh tidak nyata terhadap redness, tekstur,

kadar abu dan uji hedonik (aroma) nasi jagung. Perlakuan terbaik proses pengolahan nasi jagung instan adalah F_1 (perlakuan bentuk granula lolos 25 mesh). Nasi instan yang dihasilkan memiliki karakteristik: lightness beras 75,63%, lightness nasi 65,5%, redness beras +9,07, redness nasi +6,63, yellownees beras +24,23, yellownees nasi 19,23%, tekstur 46 gf, daya serap air 18,06%, lama penyajian 4,2 menit, kadar air beras 8,49%, kadar air nasi 22,34%, kadar abu 0,31%, uji hedonik (warna 2,84, tekstur 2,52, aroma 2,68, rasa 2,68).

Kata Kunci: Tepung, Nasi Jagung Instan, Ukuran Partikel

PENDAHULUAN

Nasi jagung instan merupakan produk pangan instan berbentuk granula yang kenampakannya sama seperti nasi padi, tetapi proses pemasakan nasi jagung dengan nasi padi berbeda. Pemasakannya cukup direbus dengan air dalam waktu singkat. Pada proses pemasakan nasi jagung dilakukan tahapan-tahapan yaitu tahap perendaman, pengeluaran kulit, pengukusan, dan pengeringan. Perendaman bertujuan untuk memperoleh absorpsi yang cepat dan seragam dari air (Tawali *et al.*, 2003).

Pati jagung mempunyai ukuran granula yang cukup besar dan tidak homogen yaitu 1-7 μm untuk yang kecil dan 15-20 μm untuk yang besar. Granula besar berbentuk oval polyhedral dengan diameter 6-30 μm . Granula pati yang lebih kecil akan memperlihatkan ketahanan yang lebih kecil terhadap perlakuan panas dan air dibanding granula yang besar (Singh *et al.*, 2005). Menurut Imaningsih (2012), distribusi ukuran granula pati (*particle size distribution*) diukur menggunakan ayakan yang disusun berturut-turut dari atas ke bawah. Pati atau tepung dimasukan melalui ayakan bagian atas yang berukuran paling besar, kemudian digoyangkan, hingga pati turun ke bagian dasar. Jumlah pati yang tertinggal pada masing-masing ayakan ditimbang, dan dihitung persentasenya

Ukuran partikel merupakan salah satu sifat fisik penting karena perannya dalam unit operasi seperti pencampuran, pengeringan dan ekstruksi. Selain itu, ukuran partikel tepung penting dalam evaluasi kualitas dan sifat tepung selama pengolahan (Nuraini, 2010). Ukuran partikel tepung berpengaruh terhadap sifat amilografi tepung. Sifat amilografi meliputi suhu awal gelatinisasi, suhu gelatinisasi maksimum, viskositas maksimum, viskositas balik, dan viskositas dingin (Muhandri, 2007). Menurut Nuraini dan Hariyadi (2007) sifat amilografi adalah kemampuan mengembang granula pati yang ditentukan oleh tipe struktur kristal, bobot molekul (derajat polimerasi glukosa) dan pola percabangan amilopektin.

Bentuk nasi jagung memiliki peranan penting dalam penyajian dan daya terima konsumen. Adanya sentuhan teknologi, nasi jagung instan dapat dimasak dalam waktu 5 menit (Pusat Studi Pangan dan Gizi Institut Pertanian Bogor, 2004), sehingga dapat mempercepat penyajian. Penyajian yang cepat ini sangat cocok untuk diterapkan dalam kehidupan masyarakat sekarang yang memiliki aktivitas yang padat sehingga mempengaruhi daya terima konsumen terhadap produk nasi jagung instan dan dapat meningkatkan peran nasi jagung instan sebagai makanan pokok alternatif selain beras bagi masyarakat.

Nasi jagung terdiri dari dua bentuk yaitu bentuk seperti beras dan bentuk granula. Bentuk seperti beras diperoleh dari tepung tergelatinisasi yang memiliki bentuk seperti beras

(Tawali *et al.*, 2003). Sedangkan bentuk seperti granula diperoleh dari tepung tergelatinisasi yang dilewatkan pada lubang ayakan. Pada penelitian ini, ukuran dalam bentuk granula yang digunakan adalah 8 mesh, 14 mesh, dan 25 mesh serta bentuk silinder dengan diameter 0,1; panjang 0,2 cm dan diameter 0,1; panjang 0,5 cm. Berdasarkan perbedaan dan permasalahan di atas, perlu adanya penelitian mengenai variasi bentuk partikel granula dan ukuran. Pembesaran butiran tepung tergelatinisasi untuk menghasilkan nasi jagung instan yang berkualitas baik dan disukai masyarakat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh bentuk dan ukuran pemberasan butiran tepung jagung tergelatinisasi terhadap karakteristik nasi jagung instan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia Hasil Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, Indralaya, Sumatera Selatan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April sampai Mei 2015. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut: 1) ayakan, 2) baskom, 3) *Beaker glass*, 4) cawan aluminium, 5) cawan porselin, 6) cetakan, 7) *colour reader (Nippon)*, 8) desikator, 9) labu Erlenmeyer, 10) kompor gas (*Rinnai*), 11) mesin penggiling (*Maksindo*), 12) mistar, 13) mortar, 14) *Muffle furnace*, 15) neraca analitik, 16) oven listrik, 17) panci pengukus, 18) penjepit, 19) plastik PP (*Polypropylene*), 20) spatula, 21) *texture analyzer (Brookfield CT, Germany)*. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut: 1) air, 2) jagung kuning pipil Super Hibrida Bisi-813.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Non Faktorial dengan faktor perlakuan yaitu ukuran partikel nasi jagung (F) yang terdiri dari lima taraf perlakuan. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak empat kali, dengan rincian sebagai berikut:

Faktor 1. Ukuran Partikel (F)

F1 = Bentuk granula lolos 25 Mesh

F2 = Bentuk granula lolos 14 Mesh

F3 = Bentuk granula lolos 8 Mesh

F4 = Bentuk Silinder Diameter 0,2 dan Panjang 0,2 cm

F5 = Bentuk Silinder Diameter 0,2 dan Panjang 0,5 cm

Parameter yang diamati meliputi warna nasi dan beras (Andrawulan *et al.*, 2011), tekstur (Faridah *et al.*, 2006), daya serap air (Anggelia, 2008), lama penyajian, kadar air nasi dan beras (AOAC, 2005), kadar abu (AOAC, 1995), kadar serat pangan (AOAC, 1995), dan analisa organoleptik (warna, tekstur, aroma dan rasa) (Faridah *et al.*, 2006).

Cara kerja pembuatan nasi jagung instan menurut Hutabarat (2013) yang dimodifikasi adalah sebagai berikut :

1. Jagung kuning pipil kering direndam dengan air (1:2) selama 6 jam.
2. Jagung pipil yang telah direndam dibersihkan dari kotoran dan ditiriskan, selanjutnya digiling kasar menggunakan mesin penggiling sampai seluruh jagung pipil pecah.

3. Jagung pecah hasil penggilingan pertama direndam dengan air (1:1,5) selama 6 jam, setelah itu dibersihkan dari kotoran, tip cap, lembaga dan kulit ari jagung ari, lalu digiling kembali menggunakan mesin penggiling.
4. Tepung jagung hasil penggilingan kedua dikering anginkan selama 30 menit.
5. Tepung jagung dikukus sampai tergelatinisasi dengan penambahan air secukupnya.
6. Tepung jagung yang sudah tergelatinisasi dilakukan pembutiran atau pencetakan bentuk silinder sesuai perlakuan yaitu diameter 0,1 dengan panjang 0,2 cm, diameter 0,1 dengan panjang 0,5 cm, atau dalam bentuk granula dengan ukuran 8 mesh, 14 mesh dan 25 mesh.
7. Butiran tepung gelatinisasi dikeringkan menggunakan oven pada suhu 45°C selama 12 jam sehingga dihasilkan beras jagung.
8. Beras jagung instan kering direndam dengan air (1:2) selama 10 menit dan kemudian dikukus sampai nasi jagung masak.
9. Nasi jagung instan siap dianalisa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Warna

Warna yang diamati meliputi *lightness*, *redness* dan *yellowness*. *Lightness* rata beras jagung instan berkisar antara 59.80 hingga 75.35% (Tabel 1). Hasil Analisa keragaman menunjukkan bahwa pengaruh bentuk granula dan ukuran pemberasan butiran tepung jagung tergelatinisasi terhadap karakteristik nasi jagung instan berpengaruh nyata terhadap *lightness* beras jagung instan.

Berdasarkan Tabel 1. hasil uji BNJ taraf 5%, nilai *lightness* beras jagung instan perlakuan F_5 berbeda tidak nyata dengan perlakuan F_4 , tetapi berbeda nyata dengan perlakuan F_3 , F_2 dan F_1 . Hasil menunjukkan bahwa semakin besar ukuran pemberasan maka semakin kecil nilai *lightness*. Tingkat kecerahan beras jagung instan dipengaruhi oleh ukuran partikel, karena ukuran yang kecil lebih mudah menyerap air dan menyebabkan terjadinya gelatinisasi sempurna (maksimum), sehingga warna yang dihasilkan semakin mengkilap. Hal ini didukung penelitian Aini *et al.* (2010) yang menyatakan semakin kecil ukuran partikel tepung, semakin rendah suhu gelatinisasi karena luas permukaan lebih besar sehingga lebih cepat menyerap air. Ditambahkan oleh Muhandri (2007), semakin besar ukuran partikel tepung akan meningkatkan suhu awal gelatinisasi dan suhu gelatinisasi maksimum. Ukuran partikel yang besar akan memperlambat terjadinya gelatinisasi, sehingga warna yang dihasilkan kurang mengkilap.

Tabel 1. Uji BNJ pengaruh bentuk dan ukuran pemberasan terhadap warna beras dan nasi jagung instan

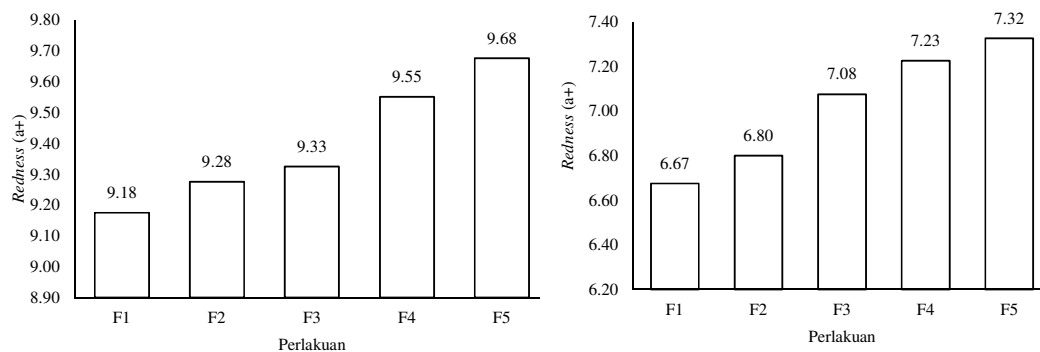
Perlakuan	<i>Lightness</i> beras jagung (%)	<i>Lightness</i> beras jagung (%)	<i>Yellowness</i> beras jagung (*)
F_5	59.80a	60.73a	20.15a
F_4	60.50a	62.05a	20.55a

F ₃	64.98b	64.80b	21.75ab
F ₂	68.10c	64.80b	22.85bc
F ₁	75.35d	65.35b	23.95c

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan perlakuan berbeda tidak nyata

Lightness rerata nasi jagung instan berkisar antara 60.73 hingga 65.35%. Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan (F) berpengaruh nyata terhadap *lightness* nasi jagung instan. Berdasarkan Tabel 1, hasil uji BNJ taraf 5%, *lightness* nasi jagung instan perlakuan F₅ berbeda tidak nyata dengan perlakuan F₄, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan F₃ dan F₁. Hasil menunjukkan bahwa semakin besar ukuran pemberasan maka semakin kecil nilai *lightness*. *Lightness* nasi jagung akan meningkat pada saat nasi menyerap air dan pada saat dilakukan pengukusan, air yang terserap akan semakin banyak. Semakin kecil ukuran granula maka luas permukaan semakin besar, air yang terserap semakin banyak sehingga nilai *lightness* yang dihasilkan semakin tinggi. Menurut Cahyono dan Yuwono (2015) semakin tinggi kadar air produk yang dihasilkan menyebabkan kecerahan semakin tinggi.

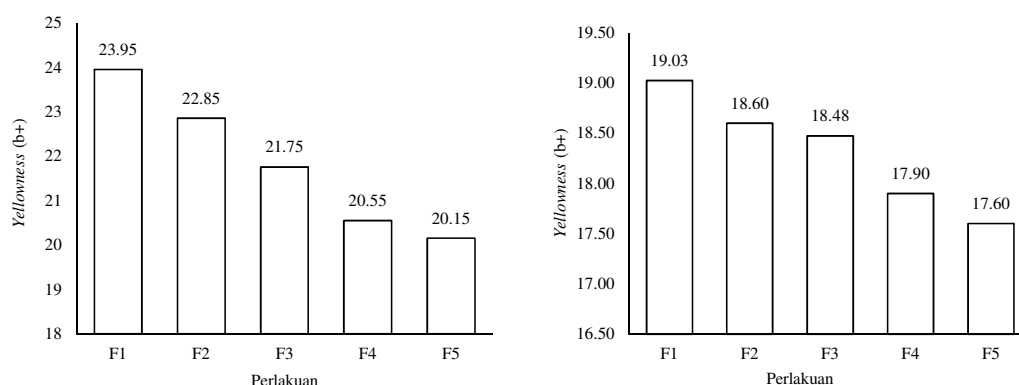
Redness rerata beras jagung instan berkisar antara +9.18 hingga +9.68. Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa bentuk pemberasan berpengaruh tidak nyata terhadap *redness* beras jagung instan. *Redness* rerata beras jagung instan menghasilkan angka positif, menunjukkan warna kemerahan (Gambar 3.3).



Gambar 1. *Redness* beras jagung dan nasi jagung instan

Redness rerata nasi jagung instan berkisar antara +6.68 hingga +7.33. Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa bentuk dan ukuran pemberasan berpengaruh tidak nyata terhadap *redness* nasi jagung instan. *Redness* rerata nasi jagung instan berkorelasi dengan *redness* rerata beras jagung instan (Gambar 1).

Yellowness rerata beras jagung instan berkisar antara +20.15 hingga +23.95 (Gambar 2).



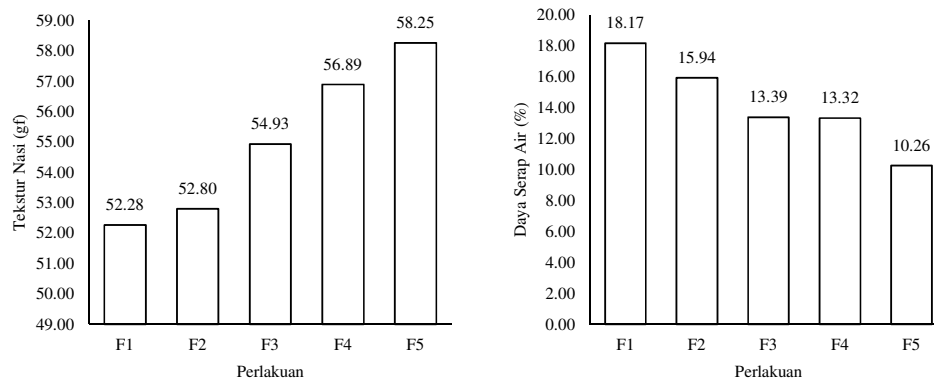
Gambar 2. Yellowness beras jagung dan nasi jagung instan

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan (F) berpengaruh nyata terhadap nilai *yellowness* (b⁺) beras jagung instan (Tabel 1). Berdasarkan Tabel 1, hasil uji BNJ taraf 5%, *yellowness* beras jagung instan perlakuan F₅ berbeda tidak nyata dengan perlakuan F₄ dan F₃, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan F₂ dan F₁. Hasil menunjukkan bahwa semakin besar ukuran partikel maka semakin kecil nilai *yellowness*. *Yellowness* rerata beras jagung menunjukkan angka positif yang berarti warna yang dihasilkan adalah kuning. Warna kuning yang dihasilkan berasal dari bahan yang digunakan dalam pembuatan beras jagung instan yaitu tepung jagung. Warna kuning kemerahan diduga dipengaruhi oleh adanya reaksi pencoklatan. Menurut Supriyanto *et al.* (2006), jagung dikategorikan sebagai bahan makanan sumber pati, sehingga jagung diproses dengan perlakuan panas pada suhu tinggi akan terjadi reaksi pencoklatan. Adanya pencoklatan non enzimatis yaitu reaksi Maillard yang terjadi karena reaksi antara gula reduksi dan protein yang terdapat pada bahan (Wariyah, 2005). Ukuran pemberasan yang kecil memiliki luas permukaan yang besar, sehingga suhu yang tinggi pada saat pengeringan cepat terjadi kontak pada bidang permukaan menyebabkan semakin cepat terjadi perubahan warna yaitu kuning kecoklatan. Menurut Adawiyah *et al.* (2005), dengan bertambahnya air dalam bahan menyebabkan penurunan nilai energi aktivasi dan mempermudah terjadinya reaksi pencoklatan.

Yellowness rerata nasi jagung instan berkisar antara +17.60 hingga +19.03. Hasil analisis keragaman menunjukkan bentuk partikel berpengaruh tidak nyata terhadap nilai *yellowness* (b⁺) nasi jagung instan (Gambar 2).

Tekstur

Tekstur rerata nasi jagung instan berkisar antara 52.28 hingga 58.25 gf. Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan (F) berpengaruh tidak nyata terhadap tekstur nasi jagung instan (Gambar 3).



Gambar 3. Tekstur nasi jagung dan daya serap air nasi jagung instan

Daya Serap Air

Daya serap air rerata nasi jagung instan berkisar antara 10.26 hingga 18.17% (Gambar 3). Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan (F) berpengaruh nyata terhadap daya serap air nasi jagung instan (Tabel 2).

Tabel 2. Uji BNJ pengaruh bentuk dan ukuran pemberasan terhadap daya serap air (%), lama penyajian (menit), kadar air beras jagung (%) dan kadar air nasi jagung instan.

Perlakuan	Daya serap air (%)	Lama penyajian (menit)	Kadar air beras jagung (%)	Kadar air nasi jagung (%)
F ₅	10.26a	9.30e	8.72d	10.24a
F ₄	13.32b	8.35d	7.72c	11.18b
F ₃	13.39b	6.60c	7.62c	19.60c
F ₂	15.94c	5.36b	5.53b	22.98d
F ₁	18.17d	4.20a	4.30a	27.98e

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan perlakuan berbeda tidak nyata

Berdasarkan Tabel 2, hasil uji BNJ taraf 5% menunjukkan daya serap air nasi jagung instan perlakuan F₅ berbeda nyata dengan perlakuan F₄, perlakuan F₃, perlakuan F₂ dan perlakuan F₁. Hasil menunjukkan bahwa semakin besar ukuran pemberasan maka semakin rendah daya serap air nasi jagung instan. Menurut Imanningsih (2012), semakin besar ukuran partikel, maka luas permukaannya akan semakin kecil, sehingga air memerlukan waktu lebih lama untuk diabsorpsi ke dalam partikel. Sebaliknya, ukuran partikel yang kecil akan meningkatkan laju hidrasi. Proses pengeringan akan menghasilkan struktur porus yang akan memudahkan air untuk meresap kedalam produk pada waktu rehidrasi (Husain *et al.*, 2006). Bentuk granula pada ukuran partikel yang kecil memiliki struktur yang sangat porus setelah dilakukan pengeringan dari pada perlakuan lainnya. Adanya hubungan positif antara daya serap air partikel dengan komposisi kimia fraksi serat pangan. Semakin tinggi kandungan serat pangan pada bahan, maka kemampuan dalam menyerap air semakin tinggi dan cepat. Hasil pengukuran kadar serta pangan pada nasi jagung instan tergolong tinggi, maka kemampuan daya serap air nasi jagung instan juga tinggi. Menurut

Kusumaningrum (2007) dalam Arifianti *et al.* (2012) semakin besar daya serap air, maka akan semakin mudah air terserap kedalam beras dan mengisi rongga di granula pati.

Lama Penyajian

Rerata beras menjadi nasi jagung instan berkisar antara 4.2 hingga 9.3 menit. Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan (F) berpengaruh nyata terhadap lama penyajian beras menjadi nasi jagung instan (Tabel 2). Berdasarkan Tabel 2, hasil uji BNJ taraf 5 % menunjukkan lama penyajian nasi jagung instan perlakuan F₁ berbeda nyata dengan perlakuan F₂, perlakuan F₃, perlakuan F₄, dan perlakuan F₅. Hasil menunjukkan bahwa semakin besar ukuran partikel maka waktu penyajian beras menjadi nasi jagung instan akan semakin lama. Waktu penyajian beras jagung instan menjadi nasi jagung juga dipengaruhi oleh adanya kandungan air pada beras jagung instan, kadar air beras tertinggi perlakuan F₁ yaitu 4,89 % memiliki waktu tercepat dalam pemasakan yaitu 4,2 menit. Menurut Wijaya dan Rukmi (2015), ukuran partikel yang lebih kecil akan memperluas permukaan kontak antara padatan dan cairan, sehingga akan memperkecil jarak difusi dari dalam partikel ke permukaan partikel. Banyaknya air yang masuk kedalam beras mempercepat pemasakan beras jagung instan menjadi nasi jagung instan.

Kadar Air Beras Jagung Instan

Kadar air rerata beras jagung instan berkisar antara 4,30 hingga 8,72%. Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan (F) berpengaruh nyata terhadap kadar air beras jagung instan (Tabel 2). Berdasarkan Tabel 2, hasil uji BNJ taraf 5%, kadar air beras jagung instan perlakuan F₃ berbeda tidak nyata dengan perlakuan F₂, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan F₁, perlakuan F₄ dan perlakuan F₅. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran partikel maka nilai kadar air beras jagung instan akan semakin rendah. Menurut Ayu dan Yuwono (2014), pengembangan struktur bahan menyebabkan rongga pada bahan tersebut akan semakin luas dan mudah menyerap air tetapi mudah melepas air ketika proses pengeringan. Berdasarkan pernyataan tersebut ukuran partikel yang kecil yaitu perlakuan F₁ (bentuk granula lolos 25 mesh) memiliki luas permukaan yang tinggi, memiliki rongga yang luas mempermudah air menguap sehingga kadar air pada perlakuan tersebut rendah. Proses pengeringan tepung jagung tergelatinisasi mempengaruhi kadar air beras jagung instan, karena semakin kecil ukuran partikel tepung tergelatinisasi yang dikeringkan maka semakin luas rongga yang terbentuk dan air yang diuapkan semakin cepat dari bahan atau tingkat kehilangan air besar.

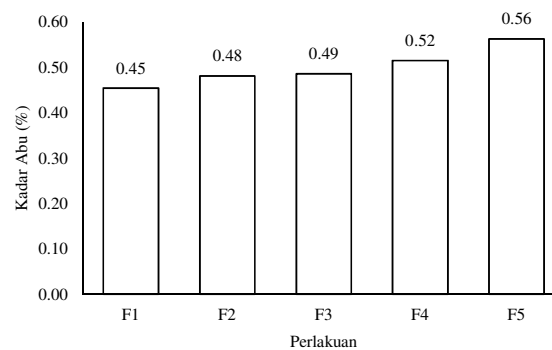
Kadar Air Nasi Jagung Instan

Kadar air rerata nasi jagung instan berkisar antara 10.24 hingga 27.98 %. Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan (F) berpengaruh nyata terhadap kadar air nasi jagung instan (Tabel 2). Berdasarkan Tabel 2, hasil uji BNJ taraf 5%, kadar air nasi jagung instan perlakuan F₅ berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Hasil analisa menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran partikel maka semakin tinggi nilai kadar air nasi

jagung instan dan sebaliknya. Menurut Lestari *dalam* Panggabean *et al.* (2013), ukuran partikel yang semakin kecil akan membentuk fase bidang *interfacial* yang lebih luas antara fase padat dan fase cair, sehingga jarak lintasan untuk sudut terdifusi didalam partikel sampai permukaan menjadi lebih pendek sehingga nasi jagung instan yang lebih halus memiliki kadar air yang lebih besar. Menurut Pratama *dalam* Pratama *et al.*, (2014), kadar air produk dipengaruhi oleh kadar air awal bahan bakunya. Perlakuan F₁ memiliki kadar air awal beras jagung yang rendah yaitu 4,30 %, setelah dilakukan proses pengukusan dan pengovenan kadar air yang dihasilkan tinggi yaitu 27,98%. Ukuran partikel yang kecil memiliki kemampuan reabsorpsi yang tinggi sehingga kadar air yang dihasilkan pun semakin tinggi. Peningkatan dan penurunan kadar air karena absorpsi air permukaan produk. Menurut Mustafidah *et al.* (2015) ukuran partikel yang semakin kecil menyebabkan luas permukaan semakin meningkat sehingga serapan air semakin besar. Semakin luas permukaan dan butir padatan akan semakin banyak air yang diabsorpsi yang akan menyebabkan peningkatan kadar air (Bakar dan Ilyas, 2005).

Kadar Abu

Kadar abu Rerata nasi jagung instan berkisar antara 0.45 hingga 0.56%. Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan (F) berpengaruh tidak nyata terhadap kadar abu nasi jagung instan (Gambar 4).



Gambar 4. Kadar Abu nasi jagung

Serat Pangan

Analisa kadar serat pangan dilakukan hanya pada sampel terbaik berdasarkan uji hedonik yaitu F₁ (bentuk granula lolos 25 mesh) yang dipilih berdasarkan uji organoleptik dengan parameter (warna, rasa, aroma dan tekstur). Hasil pengukuran kadar serat pangan pada nasi jagung instan dengan perlakuan bentuk granula lolos 25 mesh terdapat 6.23 g serat pangan dalam 100 g nasi jagung instan.

Pengujian kadar serat pangan didapatkan nilai NDF yaitu 2.18%, ADF yaitu 0.181%, hemiselulosa yaitu 3.50%, selulosa yaitu 0,19% dan lignin yaitu 0,06. Total serat pangan tidak larut air pada penelitian ini adalah sebesar 6.11%. Berdasarkan hasil yang didapat

menunjukkan bahwa sebagian besar serat pangan yang terdapat pada nasi jagung instan adalah serat tidak larut air.

Karakteristik Sensoris

Tingkat kesukaan panelis terhadap warna nasi berkisar antara 2.56 hingga 2.84 (Gambar 3.13). Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan (F) berpengaruh nyata terhadap warna nasi jagung instan yang dihasilkan (Tabel 3.8).

Tabel 3. Uji lanjut *Friedman Conover* terhadap kesukaan warna, tekstur dan rasa nasi jagung instan.

Perlakuan	Rerata warna	Rerata tekstur	Rerata rasa
F ₅	72.5a	62a	59a
F ₄	73a	58.5a	58.5a
F ₂	75ab	89.5c	91.5c
F ₃	84b	91.5c	75b
F ₁	84.5b	86.5bc	93c

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan perlakuan berbeda tidak nyata

Berdasarkan Tabel 3. hasil uji BNJ taraf 5% menunjukkan tingkat kesukaan panelis terhadap warna nasi jagung instan yang dihasilkan, perlakuan F₅ berbeda tidak nyata dengan perlakuan F₄ dan F₂, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan F₃ dan F₁. Penilaian panelis terhadap warna nasi jagung instan menunjukkan panelis lebih menyukai warna nasi jagung instan bentuk granula lolos 25 mesh, karena memiliki warna yang cukup cerah yaitu 75.63% untuk beras jagung dan 65.5% untuk beras jagung. Warna nasi jagung instan yang dihasilkan menunjukkan warna khas dari bahan jagung kuning cerah. Panelis lebih memilih produk nasi jagung instan dengan perlakuan F₁ dikarenakan memiliki penampakan yang lebih cerah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Pengukuran warna menggunakan alat *color reader* dengan notasi *lightness* menunjukkan bahwa perlakuan F₁ memiliki penampakan lebih cerah dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Tingkat kesukaan panelis terhadap tekstur berkisar antara 1.96 hingga 2.72. Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan (F) berpengaruh nyata terhadap tekstur nasi jagung instan (Tabel 3). Berdasarkan Tabel 3, hasil uji BNJ taraf 5% menunjukkan tingkat kesukaan panelis terhadap tekstur nasi jagung instan perlakuan F₄ berbeda tidak nyata dengan perlakuan F₂, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan F₃, F₂ dan F₁. Sedangkan F₃, F₂ dan F₁ berbeda tidak nyata. Perbedaan tingkat kesukaan terhadap tekstur ini disebabkan oleh tingkat kekerasan nasi jagung instan.

Tekstur nasi jagung instan berkorelasi positif dengan kadar air nasi dan daya serap air. Menurut Pratama *et al.* (2014), indeks penyerapan air yang tinggi dapat menurunkan tingkat kekerasan karena semakin banyak air yang diserap oleh maka produk yang dihasilkan akan semakin lunak. Pada beras jagung instan terdapat pori-pori atau rongga di permukaan, sehingga kadar air beras jagung yang semakin rendah dapat meningkatkan kemampuan daya serap air. Pada saat pemanasan produk nasi jagung yang dihasilkan semakin lunak.

Rerata tingkat kesukaan panelis terhadap aroma berkisar antara 1,92 hingga 2,68. Hasil analisis keragaman terhadap aroma nasi jagung instan menunjukkan bahwa nilai kritik lebih kecil dibandingkan nilai F tabel sehingga tidak dilakukan uji lanjut.

Rerata tingkat kesukaan panelis terhadap rasa nasi jagung berkisar antara 1,96 hingga 2,68. Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan (F) partikel berpengaruh nyata terhadap rasa nasi jagung instan. Berdasarkan Tabel 3, hasil uji BNJ taraf 5% menunjukkan tingkat kesukaan panelis terhadap warna nasi jagung instan diperoleh perlakuan F₄ berbeda tidak nyata dengan perlakuan F₅, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Rasa yang dihasilkan dari nasi jagung instan menyerupai nasi beras, yang membedakannya yaitu rasa khas jagung masih melekat pada nasi jagung instan. Penilaian panelis terhadap rasa dari rata-rata penilaian menunjukkan bahwa panelis kurang menyukai rasa produk nasi jagung.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Bentuk dan ukuran pemberasan nasi jagung berpengaruh nyata terhadap *lightness*, *yellowness*, daya serap air, lama penyajian, kadar air nasi dan beras dan uji hedonik (warna, tekstur, rasa) nasi jagung instan.
2. Bentuk dan ukuran pemberasan nasi berpengaruh tidak nyata terhadap *redness*, tekstur, kadar abu, uji hedonik (aroma) nasi jagung instan.
3. Perlakuan terbaik berdasarkan karakteristik kimia dan organoleptik nasi jagung instan yaitu pada perlakuan F₁ (bentuk granula lolos 25 mesh) dengan karakteristik *lightness* beras 75,35%, *lightness* nasi 63,35%, *redness* beras +9,18, *redness* nasi +6,68, *yellowness* beras +23,95, *yellowness* nasi 19,03%, tekstur 52,28 gf, daya serap air 18,17%, lama penyajian 4,20 menit, kadar air beras 4,30%, kadar air nasi 27,98%, kadar abu 0,45%, sifat sensoris yang mencakup skor warna 2,84, tekstur 2,52, aroma 2,68 dan rasa 2,68.

UCAPAN TERIMAKASH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Kemenristekdikti atas dana yang diberikan melalui penelitian Hibah Bersaing Tahun ke-2 (tahun 2015).

DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, RD, Soekarto ST, dan Suyitno. 2005. Pengaruh Sorpsi Air dan Suhu Transisi Gelas Terhadap Laju Pencoklatan Non-Enzimatis Pada Pangan Model. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan, xvi(3): 222-229.
- Aini, N, Hariyadi P, Muchtadi TR, dan Andrawulan N. 2010. Hubungan Antara Waktu Fermentasi Grits Jagung dengan Sifat Gelatinisasi Tepung Jagung Putih yang di Pengaruhi Ukuran Partikel. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan, xxi(1): 18-24.
- Andarwulan, N., Kusnandar F, dan Herawati. 2011. *Analisa Pangan*. PT. Dian Rakyat. Jakarta.

- AOAC. 2005. Official Methods of Analytical Chemistry. Association of Official Analytical Chemistry. Washington D.C. University of America.
- AOAC. 1995. Official Methods of Analytical Chemistry. Washington D.C. University of America.
- Angelia, M. 2008. Paket Teknologi Pembuatan Mi Kuning dengan Memanfaatkan Bahan Baku Tepung Jagung. [Skripsi]. Bogor. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Teknologi Bandung.
- Arifianti, A, Katri RB dan Riyadi NH. 2012. Karakteristik Bubur Bayi Instan Berbahan Dasar Tepung Millet (*Panicum sp*) dan Tepung Beras Hitam (*Oryza sativa L. Japonica*) Dengan Flavor Alami Pisang Ambon (*Musa paradisiaca var. sapientum*).
- Ayu, DC, dan Yuwono SS. 2014. Pengaruh Suhu dan Lama Perendaman Terhadap Sifat Fisik Kimia Tepung Kimpul (*Xanthosoma Sagittifolium*). Jurnal Pangan dan Agroindustri 2(2): 110-120.
- Bakar, A dan Ilyas M. 2005. Mutu Susu Karamel Asal Susu Pecah Selama Penyimpanan. Balai Besar Litbang Pascapanen Pertanian, Bogor.
- Cahyono, A C dan Yowono SS. 2015. Pengaruh proporsi Santan dan Lama Pengemasan Terhadap Sifat Kimia dan Organoleptik Bumbu Gado-Gado Instan. Jurnal Pangan dan Agroindustri, 3(3): 1095-1106.
- Deptan RI. 2007. Peraturan Menteri Pertanian nomor: 18/Permentan/OT.140/ 4/ 2007 tentang Pengawasan Obat Hewan, Departemen Pertanian Republik Indonesia, Jakarta.
- Faridah, DN, Kusumaningrum HD, Wulandari N, dan Indrasti D. 2006. Analisa Laboratorium. Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan IPB. Bogor.
- Husain, H., Muchtadi TR, dan Haryanto B. 2006. Pengaruh Metode Pembekuan dan Pengeringan Terhadap Karakteristik Grits Jagung Instan. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan, xvii(3): 189-196.
- Hutabarat, RW. 2013. Pengaruh Lama Perendaman Biji Jagung Dan Penambahan Air Pada Tepung Jagung Terhadap Karakteristik Nasi Instan Jagung [Skripsi]. Indralaya. Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
- Imaningsih, E. 2012. Profil Gelatinisasi Beberapa Formulasi Tepung-Tepungan untuk Pendugaan Sifat Pemasakan. Panel Gizi Makan, 35(1): 13-22.
- Muhandri, T. 2007. Pengaruh Ukuran Partikel, Kadar Padatan, NaCl dan Na₂CO₃ Terhadap Sifat Amilografi Tepung dan Pati Jagung. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan, XVIII No. 2: 109-117.
- Mustafidah, C dan Widjanarko SB. 2015. Umur Simpan Serbuk Berserat dari Tepung Porang (*Amorphophallus oncophyllus*) dan Karagenan Melalui Pendekatan Kadar Air Kritis. Jurnal Pangan dan Agroindustri 3(2): 650-660.
- Nuraini dan Hariyadi P. 2007. Pasta Pati Jagung Putih Waxy dan Non Waxy yang Termodifikasi Secara Oksidasi dan Asetilasi-Oksidasi. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia, 12(2): ISSN 0853-4217.

- Nuraini, Hariyadi P, Muchtadi TR, dan Andarwulan N. 2010. Hubungan antara Waktu Fermentasi Grits Jagung dengan Sifat Gelatinisasi Tepung Jagung Putih yang Dipengaruhi Ukuran Partikel. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan, XXI No. 1: 18-24.
- Panggabean, J., Rohanah A, Rindang A dan Susanto E. 2013. Uji Beda Ukuran Mesh Terhadap Mutu Pada Alat Penggiling Multifuser. Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian, 1(2): 60-67.
- Pratama, IR, Rostini I, dan Liviawaty E. 2014. Karakteristik Biskuit dengan Penambahan Tepung Tulang Ikan Jangilus (*Istiophorus* Sp.). Jurnal Akuatika, v(1): ISSN 08532532.
- Santoso, A. 2011. Serat Pangan (*Dietary Fiber*) dan Manfaatnya Bagi Kesehatan. Magistra No. 75 Th XXIII: 0215-9511.
- Singh, N., ShandhuKS, dan Kaur M. 2005. Physicochemical properties including granular morphology, Amylose content, Swelling and solubility, thermal and pasting properties of starches from normal, waxy, high amylase and sugar corn. Progress in food Biopolymer Research 1: 43-55.
- Supriyanto, Raharjo B, dan Suprpto. 2006. Kinetika perubahan kadar 5-Hidroxymetyl-2-Furfural (HMF) Bahan Makanan Berpati Selama Penggorengan. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan, XVII(2): 109-118.
- Tawali, AB, Laga A, dan Mahendradatta M. 2003. Pengembangan Produksi Bawang. Laporan Kemajuan Penelitian. RUSNAS Diversifikasi Pangan Pokok. Fak. Pertanian dan Kehutanan, Univ. Hasanuddin.
- Wijaya, Y, dan Rukmi WD. 2015. Karakterisasi Beras Tiruan Berbahan Baku Tepung Ubi Jalar Oranye (*Ipomeae batatas L. var Ase Jantan*) Hasil modifikasi STTP (*Sodium Trilyphosphate*). Jurnal Pangan dan Agroindustri, 3(1): 1-10.
- Wariyah, C. 2005. Studi Pembuatan Beras Ultra dengan Variasi Ukuran Partikel Tepung Menir. Implementasi Hasil Pertanian dan Pengembangan Pertanian untuk Peningkatan Kesejahteraan Masyarakat, ISBN: 7973566280.

FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PRODUKSI YOGURT YANG DIFORTIFIKASI DENGAN ESTRAK DAUN CINCAU HIJAU (*PREMNA OBLONGIFOLIA* MERR)

*Factors affecting the production of stirred yogurt fortified with green cincau
(Premna oblongifolia Merr) leaf extracts*

SU Nurdin^{12*}, S Rizal¹, Susilawati¹, EJ Sihalo¹, N Tensilia¹

¹)Department of Agriculture product Technology, Agriculture Faculty, Lampung University Jl. Sumantri Brojonegoro No 1. Bandar Lampung-62-35145.Indonesia.

²)Herbal research Centre, Lampung University Jl. Sumantri Brojonegoro No 1. Bandar Lampung-62-35145.

*) Correspondence author: samsu.udayana@fp.unila.ac.id.

ABSTRACT

Yogurt is a dairy product that has been consumed for centuries as a part of the diet. We have modified the product to obtain new stirred yogurt with better functional effects through fortification of green cincau (*Premna oblongifolia* Merr.) leaf extract (GCL) as dietary fiber source. Our research aimed to study effect of GCL concentration and fermentation time on yogurt quality, and effect of sucrose concentration on hedonic quality of the fortified yogurt. There were two steps of research, firstly, 0.00, 0.25, 0.50, 0.75 percent of GCL were added as yogurt ingredient and fermented for 0, 2, 4, and 6 hours to produce stirred yogurt. Secondly, stirred yogurt with the best physical and microbiological characteristics obtained from the first step was optimized for hedonic improvement. The best yogurt was obtained when 0.50% GCL was added and fermented for 6 hours. The best product contained 11.92 log number of lactic acid bacteria, had pH 5.38, lactic acid concentration 0.39%, viscosity 404.17 Cs and dietary fiber concentration 1.65%. Hedonic quality improvement was achieved when the product was presented with addition of 20% sucrose solution.

Key words: Green cincau leave, yogurt, dietary fiber, probiotic, functional food.

ABSTRAK

Yogurt merupakan produk olahan susu yang sudah dikonsumsi sejak jaman dahulu. Kami telah melakukan modifikasi terhadap yogurt untuk menghasilkan produk baru dengan sifat fungsional yang lebih baik melalui fortifikasi ekstrak cincau (*Premna oblongifolia* Merr.) hijau (ECH) yang merupakan sumber serat pangan. Penelitian kami bertujuan untuk mempelajari pengaruh konsentrasi ECH dan lama fermentasi terhadap kualitas yogurt dan mempelajari pengaruh penambahan sukrosa terhadap tingkat kesukaan panelis terhadap yogurt yang difortifikasi dengan ECH. Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap. Pertama, 0,00, 0,25, 0,50, dan 0,75 persen ECH ditambahkan pada bahan baku yogurt dan difermentasi selama 0, 2, 4 dan 6 jam untuk menghasilkan yogurt. Kedua, yogurt yang memiliki sifat fisik dan mikrobiologi terbaik yang dihasilkan dari tahap satu dioptimalisasi kualitas hedoniknya dengan menambahkan berbagai konsentrasi gula. Penelitian tahap satu menunjukkan bahwa yogurt terbaik dihasilkan dengan penambahan 0,50 % ECH dan fermentasi selama 6 jam. Yogurt terbaik memiliki log total bakteri asam laktat 11,92, pH 5,38, kandungan total asam laktat 0,39%, kadar serat pangan 1,65% dan kekentalan 404.17 Cs. Kesukaan panelis dapat diperbaiki jika yogurt tersebut disajikan dengan penambahan 20% larutan gula.

Kata kunci: Daun cincau hijau, yogurt, serat pangan, probiotik, pangan fungsional.

PENDAHULUAN

Yogurt merupakan produk olahan susu yang sudah menjadi bagian dari menu berbagai suku bangsa yang tersebar diseluruh dunia sejak zaman dulu kala. Yogurt merupakan produk fermentasi susu yang memiliki nama yang berbeda-beda tergantung daerah asalnya dimana fermentasi yang dilakukan dapat menggunakan mikroba alami atau mikroba spesifik (*Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophiles*) (Fisberg dan Machado, 2015). Konsumsi produk hasil fermentasi susu termasuk yogurt terbukti berkorelasi negatif dengan peningkatan berat badan dan mampu menurunkan parameter inflamasi yang berhubungan dengan penyakit kardiovaskuler (Tapsell, 2015).

Yogurt merupakan sumber mikroba probiotik yang keberadaannya di dalam usus besar dapat meningkatkan status kesehatan seseorang (Shadnouch et al., 2015). Probiotik yang dikonsumsi manfaatnya tergantung pada viabilitas probiotik tersebut setelah mencapai usus besar. Faktor penting yang dapat meningkatkan viabilitas probiotik dalam usus besar adalah ketersediaan substrat yang dapat menunjang pertumbuhan. Salah satu substrat yang potensial untuk tujuan ini adalah serat pangan. Karena itu fortifikasi yogurt dengan serat pangan diharapkan dapat meningkatkan manfaat yogurt yang dihasilkan.

Cincau atau camcau hijau merupakan makanan berbentuk gel yang sangat populer di Indonesia. Makanan ini berasal dari ekstrak tanaman cincau (*Premna oblongifolia* Merr.) yang komponen pembentuk gelnya mengandung polisakarida pektin yang tinggi (Nurdin et al., 2005). Komponen pembentuk gel (KPG) cincau hijau telah terbukti mampu menunjang pertumbuhan bakteri asam laktat usus besar tikus percobaan dibandingkan dengan selulosa dan mempunyai efek laksatif yang lebih baik dibandingkan dengan inulin (Nurdin, 2007). Penelitian ini telah mencoba menambahkan KPG cincau hijau pada proses pembuatan yogurt guna meningkatkan kualitas fungsionalnya. Karena proses fortifikasi pada yogurt tidak boleh berdampak buruk pada viabilitas mikroba yogurt dan kualitas organoleptiknya, maka pada penelitian ini dipelajari berapa konsentrasi KPG dan lama fermentasi yang dapat menghasilkan yogurt dengan kualitas terbaik. Selainnya untuk mempelajari cara penyajian yang baik, maka dipelajari juga pengaruh penambahan gula terhadap tingkat kesukaan yogurt terbaik.

BAHAN DAN METODE

Bahan baku utama yang digunakan pada penelitian ini adalah susu skim dan KPG cincau hijau. Mikroba yang digunakan adalah *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* dari PAU Pangan dan Gizi UGM.

Persiapan KPG Cincau Hijau

KPG cincau hijau diperoleh dengan cara mengekstraksi daun cincau hijau yang telah dikeringkan. Ekstraksi dilakukan menggunakan larutan asam sitrat 0,1 % (b/v) (Nurdin et al., 2005). Ekstrak yang dihasilkan selanjutnya ditambah etanol 95% dengan perbandingan 1:2 dan didiamkan selama 12 jam pada suhu 5°C. Setelah itu etanol dipisahkan dengan KPG yang telah menggumpal menggunakan kain saring. KPG selanjutnya dikeringkan dengan

oven pada suhu 24°C hingga kering. KPG yang akan digunakan untuk fortifikasi dihaluskan terlebih dahulu hingga berbentuk tepung (Nurdin, 2007).

Penelitian tahap pertama:

- Pembuatan Yogurt yang difortifikasi dengan KPG cincau hijau

Proses pembuatan yogurt dilakukan dengan memodifikasi metode Beal et al. (1999) yaitu dalam bentuk *stirred yogurt*. Susu skim 100 mL dengan total padatan terlarut 13,5 g/mL dimasukkan ke dalam erlenmeyer, dicampur dengan KPG dengan konsentrasi sesuai dengan perlakuan (0%, 0,25%, 0,5% dan 0,75%) dan diaduk hingga homogen. Campuran tersebut selanjutnya dipasteurisasi selama 30 menit pada suhu 80°C, kemudian diinokulasi dengan campuran kultur kerja *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* masing-masing sebanyak 5% (v/v). Campuran yang telah diinokulasi dengan kultur kerja selanjutnya diinkubasi pada suhu 43°C dengan lama fermentasi 0 jam, 2 jam, 4 jam dan 6 jam. Setelah mencapai waktu yang ditetapkan, fermentasi dihentikan dengan cara mendinginkan secara cepat yogurt dengan cara memasukkannya ke dalam es. Untuk mendapatkan *stirred yogurt*, yogurt yang masih dalam erlenmeyer diaduk menggunakan *magnetic stirrer* koagulannya pecah atau hancur.

- Pengamatan

Parameter yang diamati pada penelitian tahap pertama ini adalah total bakteri asam laktat dan total asam laktat (Fardiaz, 1987), pH, dan kadar serat pangan (Asp et al., 1983) yogurt yang dihasilkan.

Penelitian tahap kedua:

- Penambahan Gula pada *stirred yogurt*

Yogurt terbaik yang dihasilkan dari penelitian tahap pertama selanjutnya ditingkatkan sifat hedoniknya dengan penambahan gula (sukrosa). Sukrosa yang ditambahkan telah dalam bentuk larutan yaitu larutan 70% sukrosa. Larutan sukrosa ditambahkan ke dalam yogurt dengan konsentrasi 0% hingga 20% (0%, 5%, 10%, 15% dan 20%). Yogurt yang telah ditambah larutan sukrosa selanjutnya diaduk agar larutan sukrosa tercampur homogen.

- Pengamatan

Yogurt yang telah ditambah gula selanjutnya diuji sifat hedoniknya menggunakan panelis yang berstatus mahasiswa jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Parameter yang diuji adalah tingkat kesukaan panelis terhadap rasa, aroma dan penerimaan keseluruhan yogurt yang telah ditambah larutan sukrosa.

Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Pada penelitian tahap pertama, perlakuan disusun secara faktorial dalam rancangan acak kelompok lengkap (4x4) dengan 3 ulangan. Faktor pertama adalah konsentrasi KPG cincau hijau yaitu 0%, 0,25%, 0,5% dan 0,75%. Faktor kedua adalah lama fermentasi yaitu 0 jam, 2 jam, 4 jam dan 6 jam. Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam untuk mendapatkan penduga ragam galat dan signifikansi perbedaan antar perlakuan.

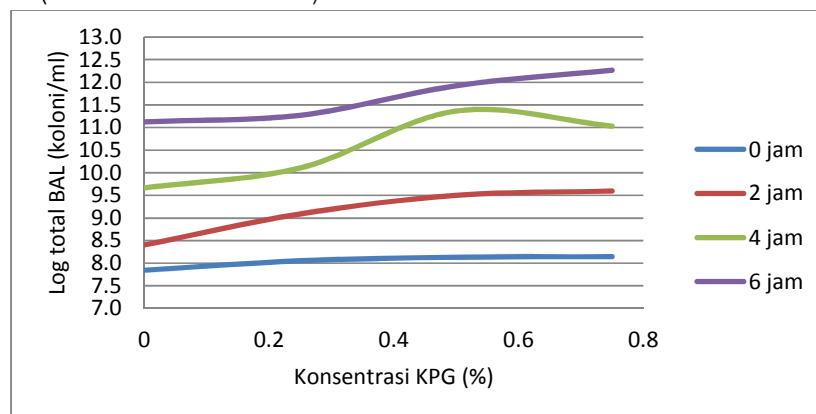
Kemenambahan data diuji dengan uji Tukey dan homogenitas ragam diuji dengan uji Bartlett. Data dianalisis lebih lanjut dengan polinomial ortogonal pada taraf nyata 5%.

Pada penelitian tahap kedua, perlakuan disusun dalam rancangan acak kelompok lengkap dengan 3 ulangan. Perlakuan yang diterapkan adalah konsentrasi larutan sukrosa yaitu 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%. Data yang diperoleh dianalisis sebagaimana data pada penelitian tahap pertama, hanya pada tahap kedua uji lanjut yang digunakan adalah uji beda nyata terkecil (BNT) pada taraf nyata 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Total Bakteri Asam Laktat yogurt

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan bakteri asam laktat yogurt yang difortifikasi dengan KPG cincau hijau berbeda-beda tergantung pada konsentrasi KPG yang ditambahkan, yaitu berkisar antara $7,1 \times 10^7$ koloni/ml hingga $1,9 \times 10^{12}$ koloni/ml (Gambar 1). Nilai ini memenuhi standar yang ditetapkan oleh Codex untuk yogurt yaitu minimal 10^7 koloni/ml (CODEX STAN 243-2003).



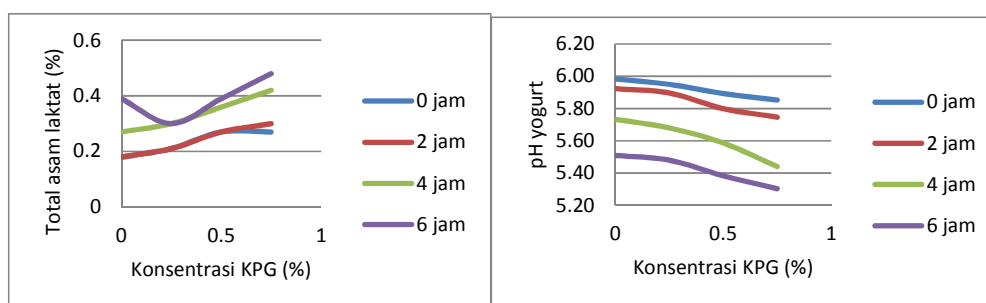
Gambar 1. Pengaruh konsentrasi KPG dan lama fermentasi terhadap kandungan total bakteri asam laktat yogurt.

Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa pengaruh konsentrasi KPG dan lama fermentasi terhadap total BAL yogurt bersifat linear, semakin tinggi konsentrasi KPG yang ditambahkan atau semakin lama proses fermentasi total BAL semakin tinggi, tetapi peningkatan total BAL akibat penambahan KPG tidak tergantung pada lama fermentasi. Ini berarti bahwa berapapun KPG yang ditambahkan, total BAL akan semakin meningkat seiring meningkatnya lama fermentasi. KPG cincau hijau tidak mengganggu pertumbuhan BAL yang digunakan pada pembuatan yogurt. Sebelumnya juga telah dilaporkan bahwa KPG cincau hijau juga terbukti mampu meningkatkan total BAL yang tumbuh pada usus besar tikus percobaan (Nurdin, 2007).

Total Asam Laktat dan pH Yogurt

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi KPG cincau hijau dapat meningkatkan total asam laktat yogurt yang laju peningkatannya tergantung pada

lamanya proses fermentasi (Gambar 2A). Sementara itu, peningkatan konsentrasi KPG cincau hijau menurunkan pH yogurt yang dihasilkan tetapi penurunan ini tidak tergantung pada lamanya proses fermentasi (Gambar 2B). Penambahan KPG cincau hijau dapat menurunkan pH yogurt karena KPG cincau hijau yang diperoleh melalui proses ekstraksi menggunakan larutan asam sitrat 0,10% memiliki pH 4,30 (Assadi, 2006).



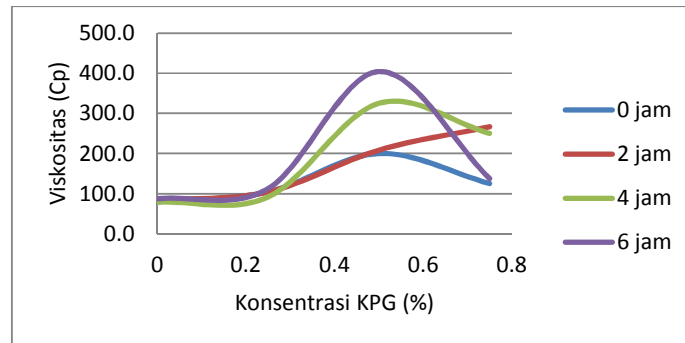
Gambar 2. Pengaruh konsentrasi KPG dan lama fermentasi terhadap (A) kandungan total asam laktat dan (B) pH yogurt.

Kandungan total asam laktat yogurt yang dari penelitian ini berkisar antara 0,18% hingga 0,48%. Fermentasi hingga 6 jam dengan penambahan KPG sebesar 0,75% belum dapat memenuhi standard total asam laktat yang ditetapkan CODEX yaitu 0,60% (CODEX STAN 243-2003). Diperlukan peningkatan lama fermentasi untuk mencapai standard yang ditetapkan kedua badan tersebut.

Yogurt yang difortifikasi dengan KPG cincau hijau memiliki pH berkisar antara 5,30 - 5,98. Selain sifat asam KPG cincau hijau, asam laktat yang terbentuk selama proses fermentasi memberi sumbangan terhadap pH akhir yogurt. Nilai pH yogurt ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan pH yogurt komersial yang di jual di Nigeria yaitu berkisar antara 3,70 - 4,33 (Olugbuyirodan Oseh, 2011)

Viskositas Yogurt

Peningkatan konsentrasi KPG cincau hijau yang difortifikasikan cenderung meningkatkan viskositas yogurt yang dihasilkan yang pola peningkatannya tergantung pada lama fermentasi (Gambar 3). Fermentasi selama 6 jam pada yogurt yang ditambah KPG 0,75% justru menurunkan viskositas sehingga viskositasnya lebih rendah dibandingkan dengan yogurt dengan konsentrasi KPG yang sama tetapi difermentasi 4 jam. Hal ini menunjukkan bahwa proses fermentasi mempengaruhi pembentukan stirred yogurt (Beal *et al.*, 1999). Penurunan viskositas diduga disebabkan oleh penurunan pH yang menyebabkan kekuatan gel menurun.

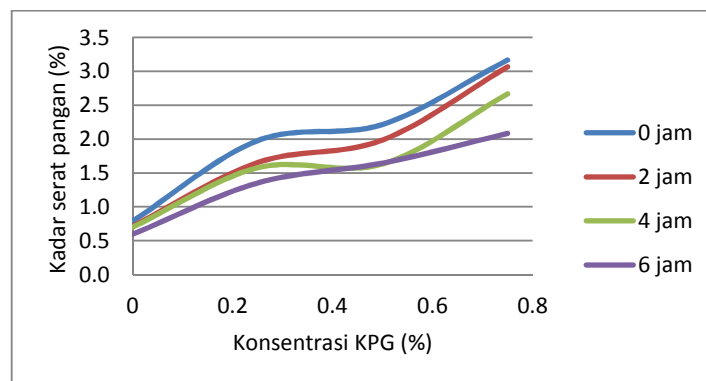


Gambar 3. Pengaruh konsentrasi KPG dan lama fermentasi terhadap viskositas yogurt.

Viskositas merupakan parameter penting yang menentukan penerimaan konsumen terhadap stirred yogurt (Goncaves *et al.*, 2005). Viskositas yogurt yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 79,17-404,17 Cp. Nilai ini lebih tinggi dibandingkan dengan viskositas yogurt yang difortifikasi ekstrak kelengkeng yang hanya berkisar antara 13,83-28,91 Cp (Puspitasari dkk., 2014).

Kadar Serat Pangan Yogurt

Seperti yang diharapkan bahwa peningkatan konsentrasi KPG cincau hijau menghasilkan yogurt dengan kadar serat pangan yang meningkat (Gambar 4). Dari Gambar 4 juga terlihat bahwa semakin lama waktu fermentasi kadar serat pangan yogurt yang dihasilkan semakin rendah. Data total BAL (Gambar 1) dan laporan Nurdin (2007) membuktikan bahwa KPG cincau hijau dapat difermentasi oleh bakteri asam laktat, sehingga diduga semakin lama proses fermentasi semakin banyak KPG yang terurai, akibatnya kadar serat pangan yogurt yang dihasilkan semakin rendah.



Gambar 4. Pengaruh konsentrasi KPG dan lama fermentasi terhadap kadar serat pangan yogurt.

KPG cincau hijau mengandung pektin yang tinggi (Nurdin *et al.*, 2005) berupa pektin bermetoksi rendah (Assadi, 2006). Pektin dapat difermentasi oleh mikroba usus besar dengan produk metabolit utama berupa asam asetat baik secara *in vitro* (Titgemeyer *et al.*, 1991) ataupun *in vivo* (Rao *et al.*, 1998).

Penentuan perlakuan terbaik

Konsentrasi KPG cincau hijau dan lama fermentasi yang optimal ditentukan dengan mempertimbangkan semua parameter yang diamati. Pada penelitian ini perlakuan terbaik diambil berdasarkan viskositas stirred yogurt yang dihasilkan, yaitu yogurt yang memiliki viskositas tertinggi (Goncalves et al., 2005). Yogurt yang memiliki karakteristik ini adalah stirred yogurt yang difortifikasi dengan 0,50% KPG dan difermentasi selama 6 jam. Selain memiliki viskositas yang tinggi yogurt ini juga mengandung total BAL yang melebihi standar minimal yang ditetapkan CODEX (CODEX STAN 243-2003) dan kadar serat pangan yang dua kali lebih tinggi jika dibandingkan dengan yogurt biasa (Tabel 1)

Tabel 1. Data pengaruh konsentrasi KPG cincau hijau dan lama fermentasi terhadap berbagai parameter stirred yogurt.

Perlakuan		Parameter				
Konsentrasi KPG (%)	Lama fermentasi (jam)	Log Total BAL(koloni/ml)	Keasaman (pH)	Total asam (%)	Viskositas (Cp)	Kadar serat pangan (%)
0,00	0	7,85	5,98	0,18	79,17	0,79
	2	8,40	5,92	0,18	83,33	0,72
	4	9,67	5,73	0,27	79,17	0,70
	6	11,13	5,51	0,39	87,50	0,60
0,25	0	8,05	5,95	0,21	104,17	1,98
	2	9,09	5,90	0,21	104,17	1,65
	4	10,11	5,68	0,30	91,67	1,58
	6	11,27	5,48	0,30	112,50	1,35
0,50	0	8,13	5,89	0,27	200,00	2,22
	2	9,50	5,80	0,27	208,33	1,99
	4	11,36	5,59	0,36	325,00	1,63
	6	11,92	5,38	0,39	404,17*	1,65
0,75	0	8,14	5,85	0,27	125,00	3,17
	2	9,59	5,75	0,30	266,67	3,07
	4	11,03	5,44	0,42	250,00	2,67
	6	12,27	5,30	0,48	137,50	2,08

Peningkatan Kualitas Hedonik Stirred Yogurt Terbaik

Peningkatan konsentrasi larutan gula meningkatkan tingkat kesukaan terhadap rasa, aroma dan penerimaan keseluruhan stirred yogurt (Tabel 2). Yogurt yang disajikan tanpa penambahan larutan gula tidak disukai oleh panelis diduga karena rasa dan aromanya yang asam. Penambahan larutan sukrosa (70% b/v) sebesar 20% menghasilkan stirred yogurt yang memiliki rasa, aroma dan penerimaan keseluruhan yang agak disukai oleh panelis. Perlu langkah optimasi lanjutan untuk meningkatkan kualitas organoleptik stirred yogurt yang difortifikasi dengan KPG cincau hijau. Optimasi yang dilakukan sebaiknya mengarah dengan selera masyarakat Indonesia mengingat yogurt merupakan produk pangan yang konsumennya masih sangat terbatas di negara kita.

Tabel 2. Pengaruh penambahan larutan sukrosa terhadap tingkat kesukaan panelis terhadap rasa, aroma dan penerimaan keseluruhan stirred yogurt.

Konsentrasi larutan sukrosa (%)	Rata-rata tingkat kesukaan panelis terhadap stirred yogurt		
	Rasa	Aroma	Penerimaan keseluruhan
0	1,7a	2,5a	2,2a
5	2,3b	2,6ab	2,4ab
10	2,5c	2,7bc	2,6ab
15	2,7d	2,7cd	2,8ab
20	3,2e	2,9d	3,1b

Keterangan: Nilai tengah yang diikuti dengan huruf yang sama dalam satu kolom dinyatakan tidak berbeda menurut uji BNT 5%. Tingkat kesukaan: 1= sangat tidak suka; 2= tidak suka; 3= agak suka; 4= suka; 5= sangat suka.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kualitas stirred yogurt yang difortifikasi dengan KPG tergantung pada konsentrasi KPG yang ditambahkan dan lama fermentasi yang diterapkan pada proses produksinya. Hingga konsentrasi 0,75% KPG tidak mengganggu viabilitas bakteri asam laktat yogurt bahkan dapat meningkatkan kandungan bakteri tersebut, yang peningkatannya tidak tergantung lamanya proses fermentasi. Peningkatan KPG dan waktu fermentasi meningkatkan kandungan asam laktat dan menurunkan pH stirred yogurt. Viskositas stirred yogurt dipengaruhi oleh konsentrasi KPG dan lama fermentasi tetapi tidak bersifat linear. Viskositas tertinggi diperoleh pada proses produksi dengan penambahan KPG 0,50% dan lama fermentasi 6 jam. Semakin tinggi konsentrasi KPG maka semakin tinggi kadar serat pangan stirred yogurt yang dihasilkan, tetapi jika lama fermentasi ditingkatkan, maka kadar serat pangannya menurun. Penerimaan panelis terhadap stirred yogurt yang difortifikasi KPG sebanyak 0,50% dan difermentasi selama 6 jam dapat ditingkatkan dengan penambahan 20% larutan sukrosa pekat. Perlu dilakukan modifikasi guna menghasilkan produk stirred yogurt yang sesuai dengan selera masyarakat Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Asp, N.G. Johanson, C.G. Halimer, H. Siljestrom, M. 1983. Rapid Enzymatic Assay of Insoluble and Soluble Dietary Fiber. *J Agric Food Chem.* 31(3):476-82.
- Assadi. 2006. Pengaruh penambahan asam sitrat terhadap Karakteristik pektin ekstrak cincau hijau (*Premna oblongifolia* Merr.). Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Beal, C.Skokanova, J. Latrille, E.Martin, N.Corrieu, G. 1999. Combined Effects of Culture Conditions and Storage Time on Acidification and Viscosity of Stirred Yogurt. *Journal of Dairy Science.* 82(4):673-681.
- CODEX STAN 243-2003. CODEX STANDARD FOR FERMENTED MILKS
- Fardiaz, S. 1987. Mikrobiologi Pangan. PAU Pangan dan Gizi. IPB. Bogor.
- Fisberg, M.Machado, R. 2015. History of yogurt and current patterns of consumption. *Nutr Rev.* 73 Suppl 1:4-7. doi: 10.1093/nutrit/nuv020.

- Goncalvez, D. Perez, C. Reolon, G. Segura, N. Lema, P. Gambaro, A. Ares, G. Varela, P. 2005. Effect of Thickeners on the Texture of Stirred Yogurt. *nAlim. Nutr., Araraquara*. 16(3):207-211.
- Nurdin, S.U. Zuidar, S.A. Suharyono. 2005. Dried extract from greencincau leaves as potential fibre sources for food enrichment. *African CropScience Conference Proceedings* 7: 655-658.
- Nurdin, S.U. 2007. (Evaluation of Laxative Effect and Fermentability of GelForming Component of Green Cincau Leaves ((*Premna oblongifolia* Merr.)). *Teknologi dan Industri Pangan* 18: 10-16.
- Olugbuyiro, J.A.O. Oseh, J.E. 2011. Physico-chemical and Sensory Evaluation of Market Yoghurt in Nigeria. *Pakistan Journal of Nutrition* 10 (10): 914-918
- Puspitasari, I. Budi Pramono, Y.B. Masykuri. Al-Baarri, A.N. 2014. Pengaruh Tingkat Penambahan Ekstrak Buah Kelengkeng terhadap pH, Viskositas, Citarasa, dan Kesukaan Yoghurt Kelengkeng. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 3 (4): 164-167.
- Rao, C.V. Chou, D. Simi, B. Ku, H. Reddy, B.S. 1998. Prevention of colonic aberrant crypt foci and modulation of large bowel microbial activity by dietary coffee fiber, inulin and pectin. *Carcinogenesis* 19: 1815-9.
- Shadnough, M. Hosseini, R.S. Khalilnezhad, A. Navai, L. Goudarzi, H. Vaezjalali, M. 2015. Effects of Probiotics on Gut Microbiota in Patients with Inflammatory Bowel Disease: A Double-blind, Placebo-controlled Clinical Trial. *Korean J Gastroenterol*. 65(4):215-21. doi: 10.4166/kjg.2015.65.4.215.
- Tapsell, L.C. 2015. Fermented dairy food and CVD risk. *Br J Nutr*. 113 Suppl 2:S131-5. doi: 10.1017/S0007114514002359.
- Titgemeyer, E.C. Bourquin, L.D. Fahey, G.C. Jr. Garleb, K.A. 1991. Fermentability of various fiber sources by human fecal bacteria in vitro. *The American Journal of Clinical Nutrition* 53: 1418-24.

KARAKTERISASI *EDIBLE FILM* PEKTIN DENGAN PENAMBAHAN MINYAK ATSIRI SEREH DAPUR (*Cymbopogon citratus*)

Characterization of Pectin-based Edible film with Lemongrass (Cymbopogon citratus) Oil Addition

Kawiji*, Rohula Utami, FirliSafirani, Danar Praseptiangga, Lia Umi Khasanah
Prodi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta, Indonesia

*Email: kawiji_kawiji@yahoo.co.id

ABSTRACT

*Edible film is one of developed packaging technologies. Edible film extended food shelf life and maintained food quality. Pectin is one of edible film materials that protected food from oxygen and carbon dioxide. Essential oil incorporation on edible film solution could increase edible film properties as antimicrobial packaging. Lemongrass oil consists of chemical compounds that showed antimicrobial activity. The characteristics of pectin-based edible film incorporated with lemongrass oil were investigated. Concentration of lemongrass oils varied at 0%, 0.25%, 0.5%, 0.75% and 1%. The analyzed edible film characteristics were thickness, tensile strength, elongation, permeability and antimicrobial activity. The results showed that lemongrass oil concentration variation affected thickness, tensile strength, permeability and antimicrobial activity of edible films. The higher lemongrass oil concentration addition increased thickness and tensile strength of edible films and decreased elongation and permeability of edible films. Edible film enriched with lemongrass oil could inhibit the *Pseudomonas fluorescens* growth.*

Keywords: pectin, lemongrass, essential oil, edible film.

ABSTRAK

Pengemasan dengan edible film adalah salah satu teknik pengemasan yang sedang berkembang. Edible film terbukti dapat memperpanjang masa simpan dan memperbaiki kualitas produk. Pektin merupakan salah satu jenis bahan yang dapat dijadikan edible film karena potensinya dalam melindungi produk dari oksigen dan karbondioksida. Penambahan minyak atsiri dapat menambah kualitas edible film sebagai pengemas antimikroba. Minyak atsiri serai dapur mengandung senyawa aktif yang mempunyai aktivitas antimikroba. Oleh karena itu, karakteristik edible film berbahan pektin dengan penambahan minyak atsiri serai dapur perlu diketahui. Konsentrasi penambahan minyak atsiri serai dapur yang digunakan adalah 0%, 0.25%, 0.5%, 0.75% dan 1%. Karakteristik edible film yang diuji meliputi ketebalan, kuat tarik, pemanjangan, permeabilitas, dan aktivitas antimikroba. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi konsentrasi minyak atsiri serai dapur berpengaruh terhadap ketebalan, kuat tarik, permeabilitas dan aktivitas antimikroba edible film. Semakin tinggi konsentrasi minyak atsiri serai dapur yang ditambahkan, meningkatkan ketebalan dan kuat tarik edible film yang dihasilkan, serta menurunkan nilai pemanjangan dan permeabilitas dari edible film yang dihasilkan. Edible film dengan penambahan minyak atsiri serai dapur mampu menghambat pertumbuhan *Pseudomonas fluorescens*.

Kata kunci: pektin, serai dapur, minyak atsiri, edible film.

PENDAHULUAN

Kerusakan pada bahan pangan merupakan hal yang sangat dihindari pada bidang industri makanan karena dapat menyebabkan kerugian yang sangat besar diakibatkan gagalnya bidang distribusi. Kerusakan bahan pangan dapat disebabkan oleh beberapa unsur, misalnya unsur alam (terpapar sinar matahari, panasnya suhu udara, gas-gas di udara, lembabnya udara, tekanan udara, debu, air, dll), mikroba (bakteri, kapang atau jamur), produk itu sendiri (reaksi kimia dan biokimia yang belum berhenti maupun reaksi alamiah produk itu sendiri), binatang dan gaya mekanis (tekanan, desakan, hempasan, bantingan, gesekan, getaran, putaran, tusukan) (Aminah, 2007).

Salah satu cara agar dapat mengurangi terjadi kerusakan pada bahan pangan tersebut yaitu dengan metode pengemasan. Pengemasan menjadi salah satu hal yang sangat berperan dalam bidang pangan karena dapat menambah umur simpan bahan pangan. Selain untuk meminimalisir makanan agar tidak terkena kerusakan secara fisik, pengemas juga menjaga bahan pangan dari kontak dengan kontaminasi luar yang mengandung banyak unsur seperti mikroba. Metode pengemasan yang dapat digunakan untuk membantu mencegah terjadinya kerusakan bahan pangan akibat mikroba adalah dengan *edible film* yang bersifat antimikroba.

Edible film didefinisikan sebagai bahan kemasan dengan lapisan yang tipis yang dapat dimakan ditempatkan pada atau antara komponen makanan (Espetia dkk, 2014). Fungsi utama dari *edible film* adalah kemampuannya dan peranannya sebagai penghalang, baik gas, minyak atau lebih utama air. Kadar air makanan merupakan titik penting untuk menjaga kesegaran, mengontrol pertumbuhan mikroba dan tekstur yang baik. *Edible film* dapat mengontrol *Aw* (*water activity*) melalui pelepasan atau penerimaan air (Hui, 2006). Menurut Pranoto dkk (2005), *edible film* atau *coating* memiliki fungsi dalam menghambat kelembaban, oksigen, aroma dan transport zat terlarut. Untuk meningkatkan fungsi *edible film* maka ditambahkan senyawa antimikroba di dalam kemasan tersebut.

Edible film yang bersifat antimikroba berpotensi dapat mencegah kontaminasi patogen pada berbagai bahan pangan yang memiliki jaringan (daging, buah-buahan, sayuran) (Winarti dkk, 2012). Kombinasi antimikroba dengan pengemas film untuk mengendalikan pertumbuhan mikroba pada makanan dapat memperpanjang masa simpan dan memperbaiki mutu pangan (Quintavalla dan Vicini, 2002).

Edible film dapat dibuat dari tiga jenis bahan yakni hidrokoloid (alginat, karaginan, pati, pektin), lipid (lilin atau wax, asam lemak), dan komposit dari keduanya (Wardhani dkk, 2010). Menurut Koswara dkk (2002), pada umumnya sifat dari hidrokoloid sangat baik sehingga potensial untuk dijadikan pengemas. Sifat film hidrokoloid umumnya mudah larut dalam air sehingga menguntungkan dalam pemakaiannya.

Pektin merupakan polimer dari asam D-galakturonat yang dihubungkan oleh ikatan 1,4 glikosidik dan banyak terdapat pada lamella tengah dinding sel tumbuhan. Pektin merupakan polimer yang mengandung asam galakturonat (minimum 65%). Kelompok asam ini bisa asam bebas atau dikombinasikan sebagai metil ester atau garam. Bahkan di beberapa jenis pektin juga mengandung gugus amida (Kurniasari dkk, 2012). Kegunaan

utamanya adalah sebagai *gelling agent* dan *stabilizer* pada berbagai industri pangan (Srivastava dan Malviya, 2011). Kelebihan *edible film* yang dibuat dari pektin diantaranya memiliki kemampuan yang baik untuk melindungi produk terhadap oksigen, karbondioksida; serta lipid memiliki sifat mekanis yang diinginkan dan meningkatkan kesatuan struktural produk (Rachmawati, 2009).

Rempah-rempah memiliki kandungan yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba. Salah satu komoditas yang dapat digunakan adalah sereh dapur (*Cymbopogon citratus*) yang dapat diolah menjadi minyak atsiri. Minyak atsiri yang terkandung dalam sereh dapur memiliki khasiat sebagai antijamur dan antibakteri (Leung, 1980). Minyak esensial sereh dapur dari berbagai spesies sereh ditandai oleh adanya sitral (Kakarla dan Ganjewala, 2009), yang menyumbang sebesar 65-85% dari total minyak (Guenther, 1950). Pada Kawiji dkk (2010), dengan menggunakan metode destilasi, didapatkan minyak sereh dapur dengan rendemen 0.303% dengan kandungan sitral sebanyak 76.3%. *Edible film* dengan penambahan minyak atsiri sereh mampu menghambat pertumbuhan *Streptococcus agalactiae* dan *Staphylococcus epidermidis* (Poeloengan, 2009). Menurut penelitian Lemos dkk (1992), minyak sereh teruji memiliki aktivitas antibakteri dari jenis Gram negatif dan positif serta *Candida albicans*. Minyak sereh juga menunjukkan aktivitas antijamur terhadap *Aspergillus niger* dengan MIC 15 mg/ml. Penambahan minyak sereh dapur dengan konsentrasi 0.5% pada pembuatan *edible film* dari puree apel mampu menghambat 50% bakteri *E. coli* (Rojas-Grau dkk, 2006).

Sudah banyak *edible film* yang dibuat dengan bahan dasar pektin dan ditambahkan minyak atsiri sebagai antimikroba seperti oregano (Mdel dkk, 2014). *Edible film* pektin dengan penambahan minyak esensial oregano sebanyak 15.7 mg/ml efektif dalam melawan pertumbuhan *E. coli* O157:H7 (zona bening 9.3 mm), *S. aureus* (zona bening 9.7 mm), dan *L. monocytogenes* (zona bening 9.2 mm), tetapi tidak untuk *S. choleraesuis*. Secara umum, aplikasi dari *edible film* pektin dengan penambahan minyak esensial dari oregano efektif dalam mengurangi total *coliform*, *yeast* dan jamur pada udang dan potongan ketimun yang disimpan pada suhu 4°C selama 15 hari.

Selain oregano, minyak esensial dari daun kayu manis (Zavala dkk, 2012) telah digunakan sebagai bahan tambahan dalam pembuatan *edible film*. Penambahan beberapa konsentrasi minyak daun kayu manis (0 ; 7.3 ; 15.7 ; dan 36.1 minyak g/l) dan diuji kandungan eugenol, ketebalan, kelembaban, permeabilitas, aktivitas antioksidan *in vitro* dan antibakteri. Tidak ada perbedaan yang signifikan untuk permeabilitas pada penambahan masing-masing konsentrasi. Penambahan minyak daun kayu manis dengan konsentrasi tertinggi memiliki kadar eugenol dan kapasitas antioksidan tertinggi. *Edible film* dengan penambahan 36.1 g/l mampu menghambat *E. coli* O157:H7, *S. aureus* dan *L. monocytogenes*. Aplikasi *edible film* dengan penambahan minyak daun kayu manis yang digunakan pada potong buah persik segar dinyatakan mampu meningkatkan status antioksidan dan mengurangi pertumbuhan bakteri. Selain itu, aroma yang ditimbulkan oleh *edible film* pun dapat diterima oleh konsumen.

Tidak hanya daun kayu manis, minyak esensial batang kayu manis (Shaaban dkk, 2014) juga digunakan sebagai bahan tambahan dalam pembuatan *edible film* pektin. Minyak esensial batang kayu manis dapat meningkatkan kuat tarik dari *edible film* dari 12 ± 0.9 MPa to 37 ± 1.4 MPa dan juga mampu mengurangi kemampuan permeabilitas dari produk. Pada aktivitas antibakteri dengan menggunakan metode difusi disk, *edible film* dengan penambahan minyak esensial batang kayu manis dapat melawan dua bakteri dari Gram-positif, *Staphylococcus aureus* dan *Listeria monocytogens*, serta dua bakteri dari Gram-negatif yaitu *Salmonella typhimurium* dan *Escherichia coli*.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh penambahan minyak atsiri sereh dapur dengan berbagai konsentrasi (0%; 0.25%; 0.5%; 0.75%; dan 1%) terhadap karakteristik *edible film* pektin berdasarkan uji ketebalan, ketahanan tarik, permeabilitas, pemanjangan dan aktivitas antimikroba terhadap *Pseudomonas fluorescens*.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sereh dapur (*Cymbopogon citratus*) yang diperoleh dari Pasar Legi, Surakarta. Bahan *edible film* adalah pektin kulit jeruk merk "Cargill", gliserol dan Tween 80 dari PT. Brataco Chemikadan aquades. Mikroba yang digunakan dalam penelitian ini adalah bakteri *Pseudomonas fluorescens* FNCC 0071. Bahan yang digunakan dalam uji aktivitas antimikroba adalah larutan garam fisiologis NaCl 0.8%, *Potatoes Dextrose Agar* dan *Nutrient Agar*.

a. Pembuatan Minyak Atsiri Sereh Dapur

Minyak atsiri yang digunakan dalam pembuatan *edible film* diperoleh melalui proses destilasi. Sebelum dilakukan proses destilasi sereh dapur dirajang terlebih dahulu dengan ukuran ± 10 mm untuk mempermudah dalam mengeluarkan minyak saat dilakukan destilasi. Minyak atsiri yang terdapat di dalam sereh dapur dikeluarkan dengan menggunakan sebuah unit alat destilasi. Metode destilasi yang digunakan adalah destilasi uap. Proses destilasi ini dilakukan sekitar 4 jam setelah tetesan pertama (Kawiji dkk, 2010).

b. Pembuatan *Edible film*

Edible film antimikroba terbuat dari pektin (4 g/100 ml aquades) (Meilina dkk, 2011) yang dicampur dengan aquades sampai larut. Larutan tersebut dipanaskan sampai tergelatinisasi. Larutan yang sudah tergelatinisasi ditambahkan *plasticizer* yaitu gliserol (2 ml/100 ml aquades) (Meilina dkk, 2011) dan dilakukan pemanasan dengan menggunakan *hot plate* selama 15 menit sampai 70 °C. Minyak atsiri ditambahkan dan dicampurkan ke dalam larutan *edible film* ketika larutan dingin dan diaduk dengan menggunakan *hot plate* dan *magnetic stirrer*. Variasi konsentrasi minyak atsiri sereh dapur yang ditambahkan dalam larutan *edible film* (v/v) antara lain 0%, 0.25%, 0.5%, 0.75% dan 1. Larutan film dicetak di atas plat yang telah dibersihkan kedua sisinya dengan alkohol 70%. Plat yang telah diisi larutan *edible film* dikeringkan dengan menggunakan *cabinet dryer* selama 5 jam pada suhu 70 °C (Astuti dan Erprihana, 2014).

c. Karakterisasi *Edible film*

Edible film yang telah dihasilkan dilakukan pengujian fisik dan antimikroba. Uji fisik meliputi ketebalan, kuat tarik, pemanjangan dan permeabilitas. Uji ketebalan menggunakan metode Wafiroh (2010) dengan alat Micrometer Mitutoyo (*Outside micrometer range 0 – 25 mm, graduatin 0,001*). Uji kuat tarik menggunakan metode ASTM (1993) dengan alat Zwick BL-GRS500N. Uji permeabilitas menggunakan metode WVTR yang dilakukan oleh Murdianto (2005) menggunakan cawan WVTR, toples, dan timbangan analitik. Uji antimikroba menggunakan metode MIC (*Minimum Inhibitory Concentration*) difusi agar yang dilakukan oleh Manab (2011) dengan menggunakan alat jangka sorong untuk menghitung zona penghambatan.

d. Analisa Statistik

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor, yaitu variasi konsentrasi minyak atsiri sereh dapur dengan perulangan sampel sebanyak dua kali dan tiap-tiap sampel dilakukan dua kali ulangan pengujian. Sampel *film* tanpa penambahan minyak atsiri digunakan sebagai kontrol. Data yang diperoleh dianalisa menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*). Jika terdapat perbedaan, maka akan dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan pada masing-masing sampel pada tingkat signifikansi $\alpha = 0.05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN**A. Karakteristik Fisik *Edible film* Pektin dengan Penambahan Minyak Atsiri Sereh Dapur****1. Ketebalan**

Hasil menunjukkan bahwa ketebalan *edible film* semakin meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi minyak atsiri sereh dapur yang ditambahkan (Tabel 1). Pada *edible film* yang tidak ditambahkan minyak atsiri sereh dapur memiliki ketebalan yang berbeda nyata dengan *edible film* yang ditambahkan minyak atsiri sereh dapur dengan konsentrasi tertinggi yaitu 1%. Konsentrasi minyak atsiri yang semakin tinggi akan membuat total padatan meningkat. Menurut Friedmandkk(2009), peningkatan konsentrasi minyak atsiri kayu manis berpengaruh terhadap ketebalan *edible film* yang menyebabkan total padatan bertambah. Seperti pada penelitian yang telah dilakukan oleh Amaliya dan Putri (2014), penambahan filtrat kunyit putih dalam jumlah yang banyak akan meningkatkan jumlah total padatan sehingga ketebalan film meningkat.

2. Kuat Tarik

Kecenderungan kenaikan nilai kuat tarik pada *edible film* pektin dapat dilihat pada hasil yang disajikan pada Tabel 1. Friedman dkk (2009), menyatakan penambahan minyak atsiri kayu manis akan menurunkan nilai kuat tarik pada *edible film*. Minyak yang ditambahkan kemungkinan akan memberikan struktur yang lebih rapuh terhadap matrik film sehingga kekuatan untuk menahan kerusakan akibat perlakuan mekanis semakin rendah. Mekanisme terjadinya sifat rapuh terhadap

matrik film yaitu akibat kemantapan sistem dispersi dari jaringan 3 dimensi yang terganggu karena minyak atsiri mempunyai kandungan komponen-komponen organik.

Penambahan bahan antimikroba minyak atsiri akan mempengaruhi kuat tarik, seperti yang dinyatakan Pranoto dkk (2005) dan Maizura dkk (2007), bahwa penambahan konsentrat bawang putih ke dalam film akan menurunkan nilai kuat tarik. Adanya minyak atsiri dalam film akan mengubah kuat tarik dengan bertindak sebagai *plasticizer* yang meningkatkan fleksibilitas rantai polimer. Berdasarkan Tabel 1, dapat dilihat terjadi nilai yang beda nyata pada *edible film* yang tidak diberi penambahan minyak atsiri dengan *edible film* pada yang diberi penambahan minyak atsiri sereh dapur sebanyak 0.75% dan 1%. Nilai kuat tarik yang didapat cenderung meningkat. Hal ini bisa disebabkan oleh karakteristik minyak atsiri yang ditambahkan. Pada penelitian Ojagh dkk (2010), penambahan minyak atsiri kayu manis meningkatkan nilai kuat tarik pada film kitosan secara signifikan. Interaksi yang kuat antara polimer dan minyak atsiri kayu manis mengakibatkan efek *cross linking*, yang menurunkan volume bebas dan mobilitas molekular dari polimer. Dalam penelitian Peng dan Li (2014), penambahan minyak atsiri kayumanis, *thyme* dan lemon terhadap *edible film* dapat meningkatkan nilai kuat tarik. Penurunan kuat tarik dan elongasi biasanya berhubungan dengan ikatan mikrostruktur film dan tekanan intermolekul. Interaksi dalam matriks tergantung pada masing-masing minyak atsiri yang ditambahkan.

Standar yang harus dimiliki oleh *edible film* agar dapat mengemas bahan pangan dengan baik adalah memiliki besaran kuat tarik antara 10 hingga 100 Mpa (Krochta dan Johnston, 1997). *Edible film* pektin cincau hijau dari penelitian Rachmawati (2009) memiliki nilai kuat tarik 0.70 – 2.50 Mpa. Hal ini disebabkan karena perbedaan komposisi *edible film* dan konsentrasi bahan yang digunakan akan mempengaruhi kuat tarik yang dihasilkan (Rofikah, 2013).

3. Pemanjangan

Pada Tabel 1 terlihat terjadi penurunan pemanjangan pada setiap dilakukan penambahan konsentrasi minyak atsiri sereh dapur. Standar yang harus dimiliki oleh *edible film* agar dapat mengemas bahan pangan dengan baik diantaranya adalah mempunyai persen pemanjangan 10-50% (Krochta dan Johnston, 1997). Nilai pemanjangan sampai dengan konsentrasi tertinggi masih termasuk dalam standar, sehingga pemanjangan *edible film* pektin dengan penambahan minyak atsiri sereh dapur bisa dikatakan cukup baik. Penambahan minyak atsiri kayu manis membuat nilai elongasi cenderung semakin turun. Penambahan minyak atsiri kayu manis justru akan memperlemah jaringan *film*. Semakin banyak minyak yang ditambahkan maka matrik *film* yang terbentuk akan lebih rapuh karena minyak memiliki ikatan antar senyawa yang lemah (Pramadita dan Sutrisno, 2013). Penelitian yang dilakukan oleh Kusumawati dan Putri (2013) juga terjadi penurunan pemanjangan ketika konsentrasi perasan temu hitam yang ditambahkan semakin

besar. Perasan temu hitam diduga masih mengandung total padatan terlarut yang mana mampu memperkuat matriks film sehingga mampu mengurangi elongasi film pada konsentrasi tertentu. Hal ini sama terjadi dengan penambahan minyak atsiri sereh dapur pada *edible film*.

4. Permeabilitas

Pada uji permeabilitas *edible film* pektin yang ditambahkan minyak atsiri sereh dapur, menunjukkan penurunan nilai permeabilitas (Tabel 1). Ketebalan dari *edible film* akan mempengaruhi laju transmisi uap air. Semakin tebal *edible film* maka permeabilitas gas akan semakin kecil dan melindungi produk yang dikemas dengan lebih baik (Kusumasmarawati, 2007). Selain itu penambahan minyak atsiri yang semakin banyak, juga akan mempengaruhi transmisi uap air dari *edible film*. Semakin tinggi konsentrasi minyak atsiri sereh dapur yang ditambahkan, maka akan semakin menurunkan nilai transmisi uap air yang terjadi. Hal tersebut mungkin disebabkan karena pengaruh dari jumlah padatan terlarut maupun tidak terlarut pada minyak atsiri. Pada penelitian Pramadita dan Sutrisno (2013), penambahan minyak atsiri kayu manis pada pembuatan *edible film* dapat menyebabkan transmisi uap airnya semakin rendah. Hal tersebut dikarenakan jumlah padatan terlarut maupun tidak terlarut dalam minyak atsiri kayu manis akan berkontribusi dalam meningkatkan total padatan dari suspensi *film*.

Pada Tabel 1 ditunjukkan bahwa terjadi beda nyata antara sampel yang tidak ditambahkan minyak atsiri dengan sampel yang ditambahkan minyak atsiri sereh dapur. Penambahan minyak atsiri dengan konsentrasi rendah (sampai 0.3%) tidak mempengaruhi permeabilitas uap air (*water vapour permeability*, WVP), tetapi pada konsentrasi yang lebih tinggi akan meningkatkan WVP (Pranoto dkk, 2005; Maizura dkk, 2007). Penambahan minyak atsiri yang bersifat hidrofobik akan meningkatkan interaksi antarmolekul dalam struktur matriks sehingga terjadi transfer uap air (Winarti dkk, 2012).

Tabel 1. Karakteristik Fisik *Edible film* Berbahan Pektin dengan Penambahan Minyak Atsiri Sereh Dapur

Konsentrasi (v/v)	Ketebalan (mm)	Kuat Tarik (MPa)	Pemanjangan (%)	Permeabilitas (g/jam m ²)
0%	0.1050 ^a ± 0.0018	2.6591 ^a ± 0.2198	20.2543 ^a ± 2.4625	34.9504 ^b ± 0.9762
0.25%	0.1175 ^{ab} ± 0.0209	2.751 ^a ± 0.4975	19.5614 ^a ± 2.6932	32.7401 ^{ab} ± 4.3716
0.50%	0.1203 ^{ab} ± 0.0081	2.7768 ^a ± 0.8331	18.3653 ^a ± 6.5853	30.5588 ^{ab} ± 5.7573
0.75%	0.1228 ^{ab} ± 0.0113	3.5586 ^b ± 0.4864	18.4101 ^a ± 0.8237	30.4266 ^{ab} ± 4.8555
1%	0.1313 ^b ± 0.0074	3.6259 ^b ± 0.2631	18.2163 ^a ± 0.7036	25.0808 ^a ± 3.0425

Keterangan : Notasi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada taraf signifikansi 5%

B. Aktivitas Antimikroba

Berdasarkan hasil penelitian, *edible film* dengan penambahan minyak atsiri sereh dapur mampu menghambat pertumbuhan *P. flourescens* FNCC 0071. Penambahan minyak atsiri sereh dapur ke dalam *edible film* menyebabkan terjadinya penghambatan pertumbuhan mikroba. Ketika minyak atsiri ditambahkan ke *edible film*, minyak atsiri akan terdifusi ke media agar dan menghasilkan zona bening pada media pertumbuhan mikroba (Utami dkk, 2013). Pada Tabel 2 terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi minyak atsiri sereh dapur yang ditambahkan maka akan semakin besar pula daya hambat terhadap bakteri yang diuji. Sejalan dengan penelitian Pramaditan dan Sutirno (2010), semakin tinggi konsentrasi tepung porang dan minyak atsiri kayu manis akan meningkatkan aktivitas antibakteri *edible film* yang ditunjukkan dengan semakin besar nilai zona hambatnya.

Data penghambatan yang terjadi beda nyata signifikan antara *edible film* dengan penambahan 0%, 0.25% dan 0.5% minyak atsiri sereh dapur terhadap *edible film* dengan penambahan 0.75% dan 1% minyak atsiri sereh dapur. Faktor yang mempengaruhi ukuran daerah penghambatan yaitu sensitivitas organisme, medium kultur, kondisi inkubasi dan kecepatan difusi agar. Faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan difusi agar yaitu konsentrasi mikroorganisme, komposisi media, suhu inkubasi dan waktu inkubasi (Schlegel dan Schmidt, 1994).

Tabel 2. Aktivitas Antimikroba *Edible film* Berbahan Pektin dengan Penambahan Minyak Atsiri Sereh Dapur

Konsentrasi (v/v)	Penghambatan pada <i>P. flourescens</i> (mm)
0%	9.7812 ^a ± 1.6470
0.25%	9.7532 ^a ± 2.0709
0.50%	11.9840 ^a ± 2.0687
0.75%	16.0500 ^b ± 2.4129
1%	22.616 ^c ± 2.4858

Keterangan : Notasi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada taraf signifikansi 5%

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi konsentrasi minyak atsiri sereh dapur berpengaruh terhadap ketebalan, kuat tarik, permeabilitas dan aktivitas antimikroba *edible film*. Penambahan minyak atsiri sereh dapur dengan konsentrasi yang semakin tinggi dapat meningkatkan ketebalan *edible film* secara signifikan pada konsentrasi 1% dan kuat tarik *edible film* secara beda nyata pada konsentrasi 0.75% dan 1%. Pada penambahan konsentrasi minyak atsiri sereh dapur sebanyak 1% dapat menurunkan persen pemanjangan dan permeabilitas *edible film* secara signifikan. Penambahan minyak atsiri

sereh dapur pada 0.75% dan 1% dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Pseudomonas fluorescens* lebih besar dari pada sampel yang lain secara beda nyata.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jendral DIKTI yang telah membiayai penelitian ini melalui skim Hibah Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi Tahun Anggaran 2015 dengan judul “Inovasi Pengemas Antimikroba Ramah Lingkungan Berbahan Rempah Sereh Dapur (*Cymbopogon citratus*) untuk Meningkatkan Umur Simpan Pepaya Asli Boyolali MJ9” dengan nomor dan tanggal kontrak penelitian 339/UN27.11/PL/2015.

DAFTAR PUSTAKA

- Amaliya, R.R. dan W.D.R. Putri. 2014. Karakterisasi *Edible film* dari Pati Jagung dengan Penambahan Filtrat Kunyit Putih sebagai Antibakteri. Jurnal Pangan dan Agroindustri 2, 43-53.
- Aminah, S. 2007. Pengemasan Bahan Pangan. Ebookpangan.com. Diakses pada tanggal 9 Februari 2015, pukul 19.20 WIB.
- ASTM. 1993. Annual Book of ASTM Standards. American Society for Testing and Materials, Philadelphia. Pennsylvania.
- Astuti, P dan A.A. Erprihana. 2014. Antimicrobial Edible Film from Banana Peels as Food Packaging. American Journal of Oil and Chemical Technologies 2 65-70.
- Espetia, P.J.P., W.X. Du, R.d.J. Avena-Bustillos, N.d.F. F. Soares, T.H. McHugh. 2014. *Edible films* from Pectin : Physical-Mechanical and Antimicrobial Properties – A Review. Food Hydrocolloids 35 287 – 296.
- Friedman, M., N. Kozukue, L.A. Harden. 2000. Cinnamaldehyde content in foods determined by gas chromatography-mass spectrometry. Journal Agriculture Food Chemistry 48 5702-5709.
- Guenther, E.S. 1950. The Essential Oils, Individual Essential Oil of The Plant Families, Vol. IV. Van Nostrand Company Inc : New York.
- Hui, Y. H. 2006. Handbook of Food Science Technology, and, Engineering Volume I. CRC Press, USA
- Kakarla, Shalini dan D. Ganjewala. 2009. Antimicrobial Activity of Essential Oils of Four Lemongrass (*Cymbopogon flexuosus* Steud) Varieties. Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology, Global Science Books.
- Kawiji, L.U. Khasanah, dan C.A. Pramani. 2010. Pengaruh Perlakuan Awal Bahan Baku dan Waktu Destilasi Serai Dapur terhadap Karakteristik Fisikokimia Minyak Serai Dapur (Lemongrass oil) (*Cymbopogon citratus*). Jurnal Teknologi Hasil Pertanian 3(2) 43.
- Koswara, S., H. Purwiyatno, H.P. Eko. 2002. *Edible film*. Jurnal Tekno Pangan dan Agroindustri 1 183-196.
- Krochta and D.M. Johnston. 1997. Edible and Biodegradable Polymers Film: Changes & Opportunities. Food Technology 51.

- Kurniasari, L., I. Riwayati dan Suwardiyono. 2012. Pektin Sebagai Alternatif Bahan Baku Biosorben Logam Berat. *Momentum* 8 1-5.
- Kusumasmarawati, A.D., 2007. Pembuatan Pati Garut Butirat dan Aplikasinya dalam Pembuatan *Edible film*. (Tesis). Program Pascasarjana. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Kusumawati, D.H dan W.D.R. Putri. 2013. Karakteristik Fisik dan Kimia *Edible film* Pati Jagung yang Diinkorporasi dengan Perasan Temu Hitam. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 1 90 – 100.
- Lemos, T.L.G., E.J.O. Monte, F.J.A. Matos, A.A. Craveiro, J.W. Alencar. 1992. Chemical Composition and Antimicrobial Activity of Essential Oils from Brazilian Plants. *Fitoterapia* 63 266-268.
- Leung, A.Y. 1980. *Encyclopedia of Common Natural Ingredients*. John Wiley dan Sons, New York.
- Maizura, M., A. Fazilah, M.H. Norziah, A.A. Karim. 2008. Antibacterial activity of modified sago starch-alginate based *edible film* incorporated with lemongrass (*Cymbopogon citratus*) oil. *International Food Research Journal* 15 233–236.
- Manab, A., M.E. Sawitri, K.U.A. Awwaly, H. Purnomo. 2011. Antimicrobial Activity Of Whey Protein Based *Edible film* Incorporated With Organic Acids. *African Journal of Food Science* 5 6 – 11.
- Mdel, Moreira, M.V. Alvarez, L.A.O Ramirez, M.M.G Pacheco, B. Mercado, R. Garcia, G.A.G Aquilar, A. Ponce, S.I Roura, J.F.A Zavala. 2014. Oregano Essential Oil-pectin *Edible films* as Anti-quorum and Food Antimicrobial Agents. *Front Microbial*, 17 699.
- Meilina, H., P.N. Alam, S. Mulyati. 2011. Karakterisasi *Edible Coating* dari Pektin Kulit Jeruk Nipis Sebagai Bahan Pelapis Buah-Buahan. *Jurnal Hasil Penelitian Industri* 24 1-9.
- Murdianto, W. 2005. Sifat Fisik dan Mekanik *Edible film* Ekstrak Daun Janggelan. (Skripsi). Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Ojagh, S.M., M. Rezaer, S.H. Razavi, S.M.H Hosseini. 2010. Development and Evaluation of a Novel Biodegradable Made From Chitosan and Cinnamon Essential Oil with Low Affinity Toward Water. *Food Chemistry* 122 161-166.
- Peng, Yong dan Y. Li. 2014. Combined Effects of Two Kinds of Essential Oils on Physical, Mechanical dan Structural Properties of Chitosan Films. *Food Hydrocolloids* 36 287 – 293.
- Poeloengan, Masniari. 2009. The Effects of Lemon Grass (*Andropogon citratus* DC.) Extract to the Growth of bacteria Isolated from Subclinical Mastitis Ridden Cows. (Skripsi). Universitas Kristen Martadinata, Bogor, Indonesia.
- Pramadita, Rissa Citraning dan Aji Sutrisno. 2013. Karakterisasi *Edible film* dari Tepung Porang (*Amorphophallus oncophyllus*) dengan Penambahan Minyak Atsiri Kayu Manis (*Cinnamon burmani*) sebagai Antibakteri. (Skripsi). Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia.

- Pranoto, Y., V.M. Salokhe, and S.K. Rakshit. 2005. Physical and antibacterial properties of alginate-based *edible film* incorporated with garlic oil. *Journal Food Research Internasional* 38 267–272.
- Quintavalla, S. and L. Vicini. 2002. Antimicrobial food packaging in meat industry. *Meat Science* 62 373–380.
- Rachmawati, A.K. 2009. Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin CincauHijau (*Premna oblongfolia* Merr) untuk Pembuatan *Edible film*. (Skripsi). Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia.
- Rofikah. 2013. Pemanfaatan Pektin Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* Linn) untuk Pembuatan *Edible film*. (Skripsi). Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia.
- Rojas-Grau, M.A., R.J.A. Bustillos, M. Friedman, P.R. Henika, O.M. Belloso, T.H. McHugh. 2006. Mechanical, Barrier and Antimicrobial Properties of Apple Puree *Edible films* Containing Plant Essential Oils. *Journal Agriculture and Food Chemistry* 54 9262 – 9267.
- Schlegel, H.G., K. Schmidt. 1994. Mikrobiologi umum. Baskara T, penerjemah. Gajah Mada University Press, Yogyakarta, Indonesia.
- Shaaban, H.A., F. Osman dan M.M. Amer. 2014. Antimicrobial Activity of New Edible Bionanocomposite Prepared by Pectin and Cinnamon Essesntial Oil Nanoemulsions. *Middle East Journal of Applied Sciences* 4 336-344.
- Srivastava, P. dan R. Malviya. 2011. Sources of Pectin, Extraction and Its Applications in Pharmaceutical Industry-An Overview. *Indian Journal of Natural Products and Resources* 2 10-18.
- Utami, R., E. Nurhartadi, A.Y.T. Putra. 2013. Pengaruh Penambahan Minyak Atsiri Kunyit Putih pada *Edible film* Pati Tapioka Terhadap Aktivitas Antimikroba dan Sensoris. *Jurnal Teknosains Pangan* 2 51-56.
- Wafiroh, S, T. Adiarto, E. T. Agustin. 2010. *Pembuatan dan Karakterisasi Edible film dari Komposit Kitosan pati Garut (Maranta ArundinaceaeL) dengan Pemlastis Asam Laurat*. *Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, Vol. 13, No. 1 : 11-22.
- Wardhani, F.D.N., A. Prasetyaningrum, N. Rokhati, D.N. Kinasih. 2010. Karakterisasi Bioactive *Edible film* dari Komposit Alginat dan Lilin Lebah Sebagai Bahan Pengemas Makanan Biodegradable. *Seminar Rekayasa Kimia dan Proses*. Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia.
- Winarti, Christina, Miskiyah, dan Widaningrum. 2012. Teknologi Produksi dan Aplikasi Pengemas *Edible*Antimikroba Berbasis Pati. *Jurnal Litbang Pertanian* 31 85-93.
- Zavala, J.F.A., B.A.S. Espinoza, M. R. Valenzuela, J.M. Leyva, L.A.O. Ramirez, D.K.C. Lugo, J.J.P. Aguilar, M.R.A. Miranda. 2012. Pectin Cinnamon Leaf Oil Coatings add Antioxidant and Antibacterial Properties to Fresh Cut Peach. *Flavour and Fragrance Journal* 28 39-45.

T3-PP 45

**PRODUKSI MINUMAN FUNGSIONAL DARI
RIMPANG RUMPUT TEKI (*Cyperus rotundus* L.) UNTUK
MENGATASI MASALAH DISMENORE PADA REMAJA PUTRI**

*The Production of Functional Drinks from a Rhizome of Nut Grass
(Cyperus rotundus L.) to Overcome the Dysmenorrhea Problems in
Adolescent Girls*

Mazarina Devia^a, Soenar Soekopitojo^a, Desiana Merawati^b

^aProdi Pendidikan Tata Boga, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang

^bProdi Ilmu Keolahragaan, Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Malang
Jalan Semarang 5, Malang 65145, Indonesia

*Email: mazrina_dm@yahoo.com

ABSTRACT

This study aims to acquire the production process technology of functional drink "wedang teki" so obtain the formula of nut grass functional drink who favored the adolescent girls to overcome dysmenorrhea problems. Dysmenorrhea is a collection of symptoms pain before and during menstruation, including cramp, painful and other uncomfortable that often experienced by the adolescent girls. Nut grass functional drinks formula made from nut grass and ginger with various of ratio (70:30, 60:40 and 50:50, w/w) are combined with coconut palm sugar and water. Manufacturing of "wedang teki" through the stage of sortation, washing, blanching, grinding, mixturing, heating and filtering. "Wedang teki" were analyzed the chemical quality (Ca, Mg, Fe minerals) and its organoleptic properties (hedonic and hedonic quality) also undergone a pre clinical on the experiment mouse to know its effect on the liver function by analysis of SGPT and SGOT. The research results show that "wedang teki" formula with ratio of nut grass and ginger 70:30 (w/w) is recommended based on the hedonic and hedonic quality properties, namely color, taste and flavor also mineral content, i.e Ca (2.93 ppm), Mg (0.87 ppm) and Fe (0.06 ppm). "Wedang teki" have a slightly brown color until brown, with a sweet taste slightly bitter until bitter with typical aroma of nut grass slightly strong to strong. "Wedang teki" also did not result in disorder of liver function of experiment mouse with SGPT level of 28 U/L (control 32 U/L) and SGOT level of 76 U/L (control 83 U/L).

Keywords: nut grass, *Cyperus rotundus*, wedang teki, dysmenorrhea, functional drink

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan teknologi proses produksi minuman fungsional wedang teki sehingga diperoleh formula minuman fungsional dari rimpang rumput teki yang disukai remaja putri untuk menanggulangi masalah dismenore. Dismenore merupakan kumpulan gejala rasa nyeri sebelum dan selama menstruasi, termasuk kram, nyeri dan ketidak nyamanan lainnya yang sering dialami oleh remaja putri. Formula minuman fungsional rimpang rumput teki dibuat dari rimpang rumput teki dan jahe dengan berbagai rasio (70:30, 60:40 dan 50:50, b/b) yang ditambah dengan gula kelapa dan air. Pembuatan wedang teki melalui tahap sortasi, pencucian, blansir, penghancuran, pencampuran, pemanasan dan penyaringan. Wedang teki dianalisis mutu kimia (mineral Ca, Mg dan Fe) dan sifat organoleptiknya (hedonik dan mutu hedonik) serta dilakukan uji pra klinis pada tikus percobaan untuk mengetahui pengaruhnya pada fungsi hati dengan analisis SGPT dan SGOT. Hasil penelitian menunjukkan bahwa formula wedang teki dengan rasio rimpang rumput teki dan jahe 70:30 (b/b) adalah yang direkomendasikan berdasarkan sifat hedonik dan mutu hedonik warna, rasa dan aroma serta kandungan mineralnya, yaitu Ca (2.39 ppm), Mg (0.87 ppm) dan Fe (0.06 ppm). Wedang teki tersebut mempunyai warna agak cokelat sampai cokelat, dengan rasa manis agak pahit sampai pahit dengan aroma khas teki agak kuat sampai kuat. Wedang teki juga tidak mengakibatkan gangguan pada fungsi hati

tikus percobaan dengan kadar SGPT sebesar 28 U/L (kontrol 32 U/L) dan SGOT sebesar 76 U/L (kontrol 83 U/L).

Kata kunci: rumput teki, *Cyperus rotundus*, wedang teki, dismenore, minuman fungsional

PENDAHULUAN

Minuman tradisional seperti jamu atau minuman berbasis rempah-rempah, yang erat kaitannya dengan kesehatan dan fungsi pencegahan penyakit telah lama dikenal oleh masyarakat. Namun demikian, secara organoleptik tidak semua masyarakat dapat menerima ramuan tradisional jamu, karena citarasa jamu yang diidentikkan dengan aroma tajam dan rasa pahit. Hal inilah yang mendorong semakin berkembangnya minuman fungsional yang memiliki tiga fungsi dasar dalam tubuh manusia, yaitu mempunyai nilai gizi tinggi (aspek nutrisional), penampilan menarik serta citarasa yang enak (aspek sensori) dan mempunyai pengaruh positif bagi kesehatan tubuh (aspek fisiologikal) (Ichikawa 1994).

Minuman fungsional cukup diminati oleh konsumen karena dipercaya berkhasiat bagi kesehatan. Sebagian besar minuman fungsional tersebut terbuat dari kombinasi bahan rempah-rempah tradisional. Beberapa contoh minuman fungsional tradisional yang terbukti memiliki khasiat bagi kesehatan antara lain bir pletok, minuman madai, minuman *Cinna-Ale*, serta minuman fungsional tradisional berbasis jahe seperti wedang jahe, bajigur, sekoteng, bandrek dan serbat (Herold 2007).

Pengembangan formulasi minuman penting artinya untuk industri pengolahan pangan, sehingga dapat dihasilkan minuman fungsional yang dapat diterima oleh masyarakat dari segi sensorinya serta dapat diproduksi secara massal. Pencampuran rempah-rempah dalam formulasi minuman dapat dilakukan untuk memperoleh suatu kombinasi manfaat kesehatan yang lebih tinggi dibandingkan jika hanya digunakan secara terpisah/tunggal.

Cyperus rotundus Linn (*Cyperaceae*) atau dikenal dengan nama lokal rumput teki termasuk salah satu tanaman yang telah lama dimanfaatkan oleh masyarakat Indonesia sebagai sumber bahan obat alam untuk pengobatan secara tradisional. Rumput teki juga dimanfaatkan sebagai obat tradisional di India, Cina dan Jepang serta kawasan Mediterania. Rumput teki mudah tumbuh secara alami dan tersebar luas di daerah tropik, sub tropik dan wilayah beriklim sedang (Kumar *et al.* 2010). Rimpangnya berbentuk kerucut, permukaannya kasar dengan ukuran dan ketebalan yang bervariasi, tajuk dengan sisa-sisa batang dan daun membentuk selimut yang bersisik, bagian luar berwarna cokelat tua atau hitam, bagian dalamnya berwarna kuning krim serta mempunyai aroma dan rasa yang sedikit pedas/panas (*pungent*), pahit (*bitter*) dan sepat (*astringent*) (Mradu *et al.* 2013).

Di India, rimpang rumput teki direkomendasikan untuk digunakan pada beberapa kondisi klinik seperti demam dan arthritis. Selain itu, rimpang rumput teki juga digunakan untuk pengobatan kejang, sakit perut dan iritasi saluran pencernaan (Kumar *et al.* 2010). Dalam pengobatan tradisional, rimpang rumput teki banyak dimanfaatkan sebagai anti-inflamasi, *anti-arthritic*, antipiretik, analgesik, antidiabetik, antidiare, *cytoprotective*, antimutagenik, antimikroba, antioksidan, *cytotoxic*, *apoptotic*, anti-emetik untuk pengobatan disentri serta pengobatan masalah hormon pada wanita (Zhou dan Yin 2012, Singh *et al.*

2012). Walaupun telah banyak dimanfaatkan untuk pengobatan tradisional, tetapi komponen aktif, efek samping maupun toksisitas rimpang rumput teki belum banyak didokumentasikan.

Rimpang rumput teki mengandung minyak esensial *α-cyperone*, *myrtenol*, *caryophyllene oxide*, *α-pinene*, *β-pinene*, *α-selinene* (Lawal dan Oyediji 2009), juga mengandung komponen fenolik *methoxycyperotundol* dan *cyperotundol* (Zhou dan Yin 2012). Uji fitokimia rimpang rumput teki menunjukkan bahwa dalam ekstrak etanol dan ekstrak *aqueous* terdapat komponen alkaloid, flavonoid, steroid, fenol, karbohidrat, saponin, tanin dan kumarin (Hema *et al.* 2013).

Hasil penelitian Mradu *et al.* (2013) menunjukkan bahwa ekstrak *aqueous* obat tradisional herbal dari campuran batang Guduchi (*Tinospora cordifolia* Willd), buah Amlaki (*Embllica officinalis* Gaertn) dan rimpang rumput teki (*Cyperus rotundus* Linn) mempunyai sifat-sifat anti-inflamasi, antipiretik dan analgesik yang signifikan pada tikus dengan dosis 600 mg/kg. Sementara itu, obat herbal Cina "Jia- Wei-Xiao-Yao-San" (JWXYs) yang diresepkan untuk penderita *premenstrual syndrome* (PMS) memberikan prevalensi 37.5% dari total yang diresepkan, tetapi apabila JWXYs dikombinasikan dengan *Cyperus rotundus* L., 7.7%, JWXYs dengan *Leonurus heterophyllus* Sweet, 5.9%, sedangkan kombinasi *Cyperus rotundus* L. dengan *Leonurus heterophyllus* Sweet memberikan prevalensi 5.6% (Chen *et al.* 2014).

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka pada penelitian ini dilakukan formulasi rimpang rumput teki dengan jahe untuk dijadikan minuman fungsional yang diharapkan dapat mengatasi masalah dismenore (nyeri haid) pada remaja putri. Aroma dan citarasa jahe diharapkan dapat menyamarkan kelemahan rimpang rumput teki dari segi sensori, sehingga minuman fungsional tersebut dapat diterima masyarakat. Selain itu, rimpang jahe juga dapat menambah manfaat kesehatan dari rimpang rumput teki.

Rimpang jahe memiliki aktivitas antioksidan cukup tinggi serta memiliki banyak manfaat kesehatan, antara lain sebagai peluruh kentut (*carminative*), perangsang (*stimulant*), pemberi aroma atau bumbu, melancarkan sirkulasi darah, menurunkan kolesterol, peluruh keringat (*diaphoretic*), antimuntah (*antitussive*), antiradang (*anti-inflammatory*) dan menambah nafsu makan (*stomachica*) (Wijayakusuma, 2002). Rimpang jahe berasa pedas karena mengandung minyak atsiri 0.25-3.3% yang terdiri dari *zingiberene*, *curcumene*, *philandren*. Selain itu, rimpang jahe mengandung oleoresin sebanyak 4.3-6.0% yang terdiri dari *gingerols* dan *shogaols*. Menurut Bhattarai *et al.* (2001) dalam Herold (2007), *gingerol* merupakan komponen aktif utama dalam rimpang jahe segar. *Gingerol* memiliki efek farmakologis dan fisiologis, termasuk *analgesic*, *antipyretic*, *gastroprotective*, *cardiotonic*, aktivitas *antihepatotoxic*, dan memiliki efek penghambatan dalam biosintesis prostaglandin sehingga dapat menurunkan nyeri pada saat menstruasi (Ozgoli *et al.* 2009 dalam Arfiana I 2014). Nyeri haid (dismenore) timbul salah satunya sebagai reaksi pengeluaran mediator inflamasi (radang) yaitu prostaglandin.

Dismenore merupakan kumpulan gejala rasa nyeri sebelum dan selama menstruasi, termasuk kram, nyeri dan ketidak nyamanan lainnya yang sering dialami oleh remaja putri. Dismenore pada remaja putri umumnya adalah dismenore primer yang berhubungan

dengan siklus ovulasi normal, bukan disebabkan oleh masalah patologi di rongga panggul (dismenore sekunder) (Hasanah 2010). Di Amerika Serikat, lebih kurang 2/3 dari remaja putri mengalami dismenore, sedangkan di Malaysia, prevalensinya sebanyak 62,3% (Liliawati *et al.* 2007 dalam Hasanah 2010).

Sementara itu, di Indonesia belum ditemukan data penelitian tentang angka dismenore pada remaja putri dan dampaknya terhadap aktivitas akademik maupun aktivitas sehari-hari yang akhirnya dapat berdampak pada kualitas hidup remaja putri. Oleh karena itu, dismenore pada remaja putri perlu ditangani secara serius, salah satunya dengan upaya pengembangan minuman fungsional berbasis rimpang rumput teki.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan teknologi proses produksi minuman fungsional wedang teki sehingga diperoleh formula minuman fungsional dari rimpang rumput teki yang disukai remaja putri untuk menanggulangi masalah dismenore. Analisis yang dilakukan terhadap wedang teki meliputi mutu kimia (mineral Ca, Mg dan Fe) dan organoleptiknya (hedonik dan mutu hedonik) serta dilakukan uji pra klinis pada tikus percobaan untuk mengetahui pengaruh pemberian minuman fungsional wedang teki terhadap fungsi hati dengan analisis SGPT dan SGOT.

BAHAN DAN METODE

Bahan. Bahan yang digunakan untuk pembuatan “wedang teki” adalah rimpang rumput teki (panjang minimal 2 cm) yang diperoleh dari wilayah Malang, jahe empit, gula kelapa dan air. Sedangkan bahan untuk analisis mineral (Ca, Mg, Fe) dengan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) antara lain larutan standar (Ca, Mg, Fe), air bebas ion, kertas saring Whatman No. 541.

Formulasi Minuman Fungsional Wedang Teki. Pada penelitian tahap pertama dilakukan formulasi minuman fungsional wedang teki dengan berbagai rasio rimpang rumput teki dan jahe. Formulasi tersebut mengacu pada pembuatan wedang jahe tradisional (Satriati 2007) sebagai dasar untuk mengetahui berapa banyak total bahan baku, gula kelapa dan air yang ditambahkan, sehingga diperoleh wedang teki yang dapat diterima secara organoleptik. Secara garis besar, pembuatan wedang teki melalui tahap sortasi, pencucian, blansir, penghancuran, pencampuran, pemanasan dan penyaringan. Selanjutnya pada penelitian tahap kedua dilakukan analisis kandungan mineral Ca, Mg dan Fe pada wedang teki hasil formulasi tahap pertama serta sifat organoleptiknya. Hasil analisis dijadikan acuan untuk menentukan wedang teki yang direkomendasikan untuk diproduksi.

Analisis Mineral Ca, Mg dan Fe. Analisis kandungan mineral (Ca, Mg dan Fe) dalam wedang teki menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) mengacu pada AOAC method FM-841 (2005). Standar Ca, Mg dan Fe dibuat dengan konsentrasi 0.5, 1, 2, 4, 8 dan 16 ppm, selanjutnya dibuat kurva standarnya. Sampel wedang teki sebanyak 25 ml dimasukkan ke dalam labu AAS. Sementara itu, alat AAS disiapkan dengan menge-set lampu *Hollow Cathode*, laju udara dan laju bahan bakar yang telah tersambung dengan

computer untuk mencatat hasil analisis. Selanjutnya dilakukan analisis untuk masing-masing sampel menggunakan alat AAS.

Uji Organoleptik. Analisis yang dilakukan meliputi uji hedonik dengan skala 1 (tidak suka) – 5 (suka). Uji hedonik dilakukan terhadap pengaruh rasio rimpang rumput teki dan jahe yang meliputi parameter rasa, warna dan aroma wedang teki. Selain itu juga dilakukan uji mutu hedonik yang meliputi parameter rasa (manis tidak pahit – manis sangat pahit), warna (cokelat muda – cokelat tua) dan aroma (khas teki tidak ada – khas teki sangat kuat). Panelis yang digunakan adalah remaja putri mahasiswa Universitas Negeri Malang yang berumur 18-20 tahun sebanyak 25 orang dengan tiga kali ulangan.

Analisis SGOT dan SGPT Pada Hewan Coba. Tikus putih betina jenis Wistar (125-175 g) digunakan untuk mengevaluasi fungsi hati akibat pemberian minuman fungsional wedang teki. Jumlah sampel sebanyak 5 ekor tikus untuk setiap formula wedang teki. Adaptasi hewan coba selama 2 minggu dengan makanan ransum standar 512 dan air minum standar. Perlakuan berupa pemberian wedang teki (2.5 mL) selama 7 hari sesuai kelompok perlakuan. Pada hari ke-7, darah tikus diambil sebanyak 5 mL untuk dilakukan uji biokimia SGPT (*Serum Glutamic Pyruvic Transaminase*) dan (*Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase*). Parameter enzimatik serum seperti SGPT dan SGOT diuji sesuai metode standar (Gupta *et al.* 2013).

Analisis Statistik. Data hasil penelitian dari tiga kali pengulangan dianalisis secara statistik menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*) untuk mengetahui pengaruh perlakuan, selanjutnya perbedaan di antara sampel dianalisis signifikansinya ($p < 0.05$) menggunakan DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) dengan bantuan *software SPSS 17.0*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Formulasi Minuman Fungsional Wedang Teki

Pembuatan wedang teki melalui tahap sortasi, pencucian, blansir, penghancuran, pencampuran, pemanasan dan penyaringan. Sortasi dilakukan untuk mendapatkan rimpang rumput teki yang berkualitas baik. Pada tahap ini, rimpang rumput teki dipilih yang masih segar dengan panjang rimpang minimal 2 cm dan ketebalan minimal 0.5 cm, sedangkan jahe yang digunakan adalah jahe emprit yang masih segar. Setelah dilakukan pencucian, rimpang rumput teki dan jahe selanjutnya diblansir.

Blansir merupakan suatu proses panas, yaitu dengan memasukkan bahan ke dalam air panas (82-93°C) selama 3-5 menit. Pengaruh blansir pada bahan baku antara lain adalah menginaktivkan enzim, menginaktifkan mikroba sehingga bisa mengurangi jumlah mikroba awal (terutama pada permukaan bahan) serta melunakkan tekstur jaringan bahan (Hariyadi 2014), khususnya pada rimpang rumput teki dan jahe sebelum dihancurkan menggunakan *blender*. Proses penghancuran rimpang rumput teki dan jahe menggunakan *blender* akan

memecah jaringan serta memperluas permukaan bahan, sehingga proses ekstraksi komponen bioaktif menggunakan air panas dapat lebih maksimal.

Pada proses ekstraksi rimpang rumput teki dan jahe digunakan air sebagai pengeksrak. Tahapan ekstraksi diupayakan sesingkat mungkin agar kandungan senyawa aktif yang memiliki aktivitas antioksidan dalam bahan baku tidak banyak hilang terutama karena proses pemanasan. Proses ekstraksi juga dilakukan sesederhana mungkin dengan harapan agar pembuatan minuman fungsional ini dapat dengan mudah diterapkan pada skala industri, terutama bagi skala industri rumah tangga (Herold 2007). Penggunaan pelarut organik untuk ekstraksi bahan baku dinilai tidak tepat, karena hasil ekstraksi digunakan dalam formulasi minuman fungsional.

Formulasi pada penelitian tahap satu ini mengacu pada formula wedang jahe tradisional (Satriati 2007), yaitu untuk setiap 50 gram rimpang jahe digunakan air sebanyak 1000 mL (1:20, b/v) dengan ditambah gula kelapa sebanyak 150 gram. Formula 50 gram rimpang jahe selanjutnya dibuat kombinasinya dengan rimpang rumput teki dengan berbagai rasio, yaitu dari 25:75 (b/b) sampai 35:65 (b/b) dengan jumlah total rimpang tetap 50 gram, demikian juga dengan jumlah air dan gula kelapa. Minuman fungsional wedang teki yang dihasilkan ternyata rasanya masih sangat pahit, dengan warna cokelat dari gula kelapa dan aroma khas teki masih sangat kuat.

Selanjutnya rasio rimpang rumput teki dan jahe terhadap air diformulasi lagi, sehingga diperoleh rasio rimpang rumput teki dan jahe 70:30, 60:40 dan 50:50 (b/b) dengan rasio terhadap jumlah air (1:40, b/v) dan gula kelapa tetap jumlahnya, yaitu 15% dari jumlah air. Formula inilah yang selanjutnya digunakan pada penelitian tahap dua, yaitu analisis kandungan mineral (Ca, Mg dan Fe) dan sifat organoleptik (rasa, warna, aroma) minuman fungsional tersebut. Selain itu, formula tersebut juga diuji cobakan pada tikus untuk diketahui pengaruhnya terhadap fungsi hati, yaitu dengan uji biokimia SGPT dan SGOT.

Analisis Kandungan Mineral Wedang Teki

Kandungan mineral (Ca, Mg dan Fe) wedang teki dapat dilihat pada Tabel 1. Kandungan mineral dalam wedang teki tidak hanya berasal dari rimpang rumput teki, tetapi juga berasal dari jahe dan gula kelapa yang juga mengandung sejumlah mineral. Kandungan mineral (Ca, Mg dan Fe) wedang teki relatif jauh lebih rendah dibandingkan dengan bahan segarnya karena dalam proses pembuatan wedang teki terjadi proses pengenceran menggunakan air sampai 40 kalinya.

Tabel 1. Kandungan Mineral (Ca, Mg dan Fe) Wedang Teki

Formula	Kandungan Mineral (ppm)		
	Ca	Mg	Fe
Formula 1	(2.39 ± 0.27)	(0.87 ± 0.23)	(0.06 ± 0.02)
Formula 2	(2.16 ± 0.19)	(0.83 ± 0.19)	(0.05 ± 0.01)
Formula 3	(1.84 ± 0.24)	(0.75 ± 0.21)	(0.04 ± 0.01)

Keterangan:

Formula 1 : wedang teki dengan rasio rimpang rumput teki: jahe = 70:30%

- Formula 2 : wedang teki dengan rasio rimpang rumput teki: jahe = 60:40%
Formula 3 : wedang teki dengan rasio rimpang rumput teki: jahe = 50:50%

Kandungan Ca wedang teki berkisar antara (1.84 ± 0.24) ppm sampai dengan (2.39 ± 0.27) ppm. Sementara itu, kandungan Ca dalam rimpang rumput teki sebesar 93 ppm (Anggraeni 2014), sedangkan kandungan Ca dalam jahe segar sebesar 210 ppm dan dalam gula kelapa sebesar 760 ppm (Nio 1992). Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa rasio rimpang rumput teki dan jahe tidak memberikan pengaruh yang signifikan ($p=0.21>0.05$) terhadap kandungan Ca wedang teki. Kandungan Ca dalam jahe segar relatif lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan Ca dalam rimpang rumput teki, sehingga perubahan jumlah rimpang rumput teki dalam formula wedang teki tidak mengakibatkan banyak perubahan dalam kandungan Ca-nya.

Kandungan Mg wedang teki berkisar antara (0.75 ± 0.21) ppm sampai dengan (0.87 ± 0.23) ppm. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa rasio rimpang rumput teki dan jahe memberikan pengaruh yang signifikan ($p=0.01<0.05$) terhadap kandungan Mg wedang teki. Hasil DMRT menunjukkan adanya perbedaan kandungan Mg wedang teki di antara masing-masing rasio rimpang rumput teki dan jahe. Kandungan Mg dalam rimpang rumput teki relatif jauh lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan Mg jahe segar, yaitu 560 ppm (Anggraeni 2014) dan 43 ppm (Bermawie dan Purwiyanti 2010), sedangkan kandungan Mg gula kelapa sebesar 290 ppm (Bank 2000). Oleh karena itu, perubahan jumlah rimpang rumput teki dalam formula wedang teki akan tercermin dalam kandungan Mg wedang teki.

Kandungan Fe wedang teki berkisar antara (0.04 ± 0.01) ppm sampai dengan (0.06 ± 0.02) ppm. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa rasio rimpang rumput teki dan jahe memberikan pengaruh yang signifikan ($p=0.02<0.05$) terhadap kandungan Fe wedang teki. Hasil DMRT menunjukkan bahwa kandungan Fe wedang teki dengan rasio rimpang rumput teki dan jahe 70:30 (Formula 1) tidak berbeda dengan rasio 60:40 (Formula 2), sedangkan dengan formula lainnya menunjukkan adanya perbedaan. Kandungan Fe rimpang rumput teki sebesar 32 ppm (Anggraeni 2014), sedangkan kandungan Fe jahe segar sebesar 16 ppm dan gula kelapa sebesar 26 ppm (Nio 1992). Kandungan Fe antara rimpang rumput teki dan jahe tidak begitu jauh perbedaannya. Perubahan formula dalam wedang teki tentu saja mempengaruhi kandungan Fe wedang teki, walaupun secara statistik ada yang tidak berbeda.

Menurut Chocano-Bedoya *et al.* (2013), asupan Fe *nonheme* yang cukup, dapat menurunkan risiko PMS, setelah asupan Ca dan faktor lainnya disesuaikan. Fe *nonheme* banyak ditemukan pada tanaman dan suplemen, sedangkan Fe heme banyak ditemukan pada hewan. Sementara itu, asupan K akan meningkatkan risiko PMS. Sedangkan asupan Na, Mg dan Mn tidak berkaitan dengan risiko PMS, demikian juga dengan rasio Ca terhadap Mg. Selanjutnya menurut Attalahi *et al.* (2014), diet ekstrak gandum (mengandung Mg, Zn, Ca, vitamin E, vitamin C, vitamin B₁₂, vitamin B₆, tiamin, riboflavin, niasin, asam folat dan besi) dapat menurunkan gejala sistemik terkait dismenore seperti kelelahan, sakit kepala dan gelisah.

Pada wedang teki ternyata masih terkandung mineral-mineral yang berasosiasi dengan gejala dismenore, walaupun jumlahnya relatif kecil akibat proses pengenceran. Oleh karena itu, wedang teki masih tetap dapat dipertimbangkan sebagai minuman fungsional berdasarkan khasiat komponen-komponen bioaktifnya. Selain itu, fortifikasi mineral dalam minuman fungsional wedang teki dapat dijadikan alternatif selanjutnya dalam upaya pengembangan minuman fungsional wedang teki.

Uji Organoleptik Minuman Fungsional Wedang Teki

Uji organoleptik yang dilakukan pada penelitian ini meliputi uji hedonik dan uji mutu hedonik. Kedua uji ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap rasa, warna dan aroma wedang teki, sekaligus untuk mengetahui sifat mutu hedonik wedang teki yang seperti apa yang paling disukai panelis. Hasil uji hedonik dapat dilihat pada Tabel 2, sedangkan hasil uji mutu hedonik dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. Skor Hasil Uji Hedonik Wedang Teki

Formula	Skor Hasil Uji Hedonik		
	Rasa	Warna	Aroma
Formula 1	(3.45 ± 0.86)	(3.32 ± 0.76)	(3.32 ± 0.90)
Formula 2	(3.17 ± 1.06)	(3.27 ± 0.68)	(3.25 ± 0.99)
Formula 3	(2.81 ± 0.87)	(3.45 ± 0.84)	(3.56 ± 0.96)

Keterangan:

- Formula 1 : wedang teki dengan rasio rimpang rumput teki: jahe = 70:30%
- Formula 2 : wedang teki dengan rasio rimpang rumput teki: jahe = 60:40%
- Formula 3 : wedang teki dengan rasio rimpang rumput teki: jahe = 50:50%

Tingkat kesukaan panelis terhadap rasa wedang teki Formula 1 dan Formula 2 secara statistik tidak berbeda, yaitu berkisar antara biasa sampai agak suka. Sedangkan tingkat kesukaan rasa untuk Formula 3 berkisar antara agak tidak suka sampai biasa. Tingkat kesukaan panelis terhadap wedang teki Formula 1 dan 2 sejalan dengan mutu hedoniknya, yaitu antara manis agak pahit sampai manis pahit. Sedangkan untuk Formula 3 rasanya manis dengan intensitas pahit yang lebih rendah.

Rasa manis, pahit, pedas, sepat dan citarasa lainnya merupakan interaksi antara minyak esensial dan komponen-komponen fitokimia yang ada dalam rimpang rumput teki seperti alkaloid, flavonoid, steroid, fenol, saponin, tanin dan koumarin (Hema *et al.* 2013) serta komponen dalam jahe seperti minyak atsiri *zingiberene*, *curcumene*, *philandren* serta oleoresin *gingerols* dan *shogaols* (Bhattarai *et al.* 2001 dalam Herold 2007), juga gula kelapa yang ditambahkan dalam formula wedang teki.

Tabel 3. Skor Hasil Uji Mutu Hedonik Wedang Teki

Formula	Skor Hasil Uji Mutu Hedonik		
	Rasa	Warna	Aroma
Formula 1	(4.05 ± 0.85)	(2.28 ± 0.73)	(3.27 ± 1.12)
Formula 2	(3.44 ± 1.09)	(2.67 ± 0.88)	(2.72 ± 1.16)

Formula 3	(2.81 ± 1.06)	(2.88 ± 1.08)	(2.33 ± 1.09)
Keterangan:			
Formula 1	: wedang teki dengan rasio rimpang rumput teki: jahe = 70:30%		
Formula 2	: wedang teki dengan rasio rimpang rumput teki: jahe = 60:40%		
Formula 3	: wedang teki dengan rasio rimpang rumput teki: jahe = 50:50%		

Tingkat kesukaan panelis terhadap warna wedang teki menunjukkan tidak adanya perbedaan. Tingkat kesukaan panelis berkisar dari biasa sampai agak suka. Hal ini disebabkan oleh warna wedang teki yang didominasi oleh warna cokelat dari gula kelapa, sehingga menutupi warna kekuningan dari rimpang rumput teki dan jahe. Warna wedang teki berkisar dari agak cokelat sampai cokelat.

Tingkat kesukaan panelis terhadap aroma wedang teki terdapat perbedaan, tetapi masih dalam kisaran yang sama yaitu antara biasa sampai agak suka. Perbedaan ini terutama dalam intensitas aroma khas teki, yang berkisar antara aroma khas teki agak kuat sampai kuat. Kesan terhadap aroma dan rasa sulit untuk dipisahkan, karena saling mempengaruhi. Seperti halnya rasa, aroma wedang teki sangat dipengaruhi oleh minyak esensial dalam rimpang rumput teki seperti *α-cyperone*, *myrtenol*, *caryophyllene oxide*, *α-pinene*, *β-pinene*, *α-selinene* (Lawal dan Oyediji 2009) maupun minyak atsiri jahe seperti *zingiberene*, *curcumene*, *philandrene* serta oleoresin *gingerols* dan *shogaols* (Bhattarai *et al.* 2001 dalam Herold 2007), juga aroma khas gula kelapa.

Analisis SGPT dan SGOT Pada Hewan Coba

Produk yang biasa diukur sebagai bagian dari tes fungsi hati adalah ALT (alanin aminotransferase) atau SGPT (*serum glutamic pyruvic transaminase*), AST (aspartat aminotransferase) atau SGOT (*serum glutamic oxaloacetic transaminase*), ALP (alkalin fosfatase), gamma-GT (glutamil transferase), bilirubin dan albumin (Anonim 2007 dalam Surya 2009). Pada penelitian ini analisis yang dilakukan adalah kadar SGPT dan SGOT pada serum darah hewan coba (tikus) setelah diberi minuman fungsional wedang teki selama 7 hari.

Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar SGPT hewan coba berkisar antara 25 sampai 32 U/L (kontrol 32 U/L) dan SGOT berkisar antara 76 sampai dengan 92 U/L (kontrol 83 U/L). Hal ini menunjukkan bahwa wedang teki tidak mengakibatkan gangguan fungsi hati tikus percobaan, karena kadar SGPT dan SGOT tikus percobaan tidak berbeda dengan kontrol, walaupun analisis ini tidak spesifik. Berdasarkan kandungan mineral tertinggi dan tingkat kesukaan tertinggi, maka wedang teki Formula 1 (rasio rimpang rumput teki dan jahe 70:30, b/b) direkomendasikan untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai minuman fungsional. Wedang teki Formula 1 mempunyai kandungan SGPT sebesar 28 U/L dan SGOT sebesar 76 U/L.

Sel hepatik berperan dalam aktivitas metabolisme dan mengandung enzim. SGPT dan SGOT merupakan enzim mitokondria. Pada hati yang mengalami kerusakan, fungsi transport dari hepatosit terganggu, yang berdampak pada kebocoran membran plasma dan menyebabkan meningkatnya level enzim dalam serum. Peningkatan aktivitas enzim

tersebut mengindikasikan kerusakan sel dan fungsi keseluruhan dari membran sel dalam hati (Gupta *et al.* 2013).

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa formula wedang teki dengan rasio rimpang rumput teki dan jahe 70:30 (b/b) adalah yang direkomendasikan untuk diproduksi berdasarkan sifat hedonik dan mutu hedonik warna, rasa dan aroma serta kandungan mineralnya, yaitu Ca (2.39 ppm), Mg (0.87 ppm) dan Fe (0.06 ppm). Wedang teki tersebut mempunyai warna agak coklat sampai coklat, dengan rasa manis agak pahit sampai pahit dengan aroma khas teki agak kuat sampai kuat. Wedang teki juga tidak mengakibatkan gangguan pada fungsi hati tikus percobaan, dengan kadar SGPT sebesar 28 U/L (kontrol 32 U/L) dan SGOT sebesar 76 U/L (kontrol 83 U/L).

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada DP2M DIKTI Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia atas dana penelitian melalui Program Penelitian Fundamental 2015.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, F. 2014. Kajian Mutu Minuman Instan Rimpang Rumput Teki (*Cyperus rotundus* L.) Sebagai Minuman Fungsional. Skripsi. Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang, Malang.
- Arfiana I. 2014. Pengaruh Minuman Jahe Merah (*Zingiber officinale* Roscoe) Terhadap Intensitas Nyeri Haid Pada Mahasiswa D-IV Kebidanan Stikes Ngudi Waluyo. Artikel Skripsi. Prodi D-IV Kebidanan, Stikes Ngudi Waluyo, Ungaran.
- Attalahi M, Akbari SAA, Mojab F, Majd HA. 2014. Effect of Wheat Germ Extract on the Severity and Systemic Symptoms of Primary Dysmenorrhea: A Randomized Controlled Clinical Trial. *Iran Red Crescent Med J.* 16(8):e19503. DOI:10.5812/ircmj.19503.
- Bank D. 2000. Coconut Palm Sugar. Plant Tissue Analysis Laboratory, Philippine.
- Bermawie N, Purwiyanti S. 2010. Botani, Sistematika dan Keragaman Kultivar Jahe. Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik, Bogor.
- Chen HY, Huang BS, Lin YH, Su IH, Yang SH, Chen JL, Huang JW, Chen YC. 2014. Identifying Chinese Herbal Medicine for Premenstrual Syndrome: Implication from a Nationwide Database. *BMC Complementary and Alternative Medicine* 14:206.
- Chocano-Bedoya PO, Manson JA, Hankinson SE, Johnson SR, Chasan-Taber R, Ronnerberg AG, Bigelow C, Bertone-Johnson ER. 2013. Intake of Selected Minerals and Risk of Premenstrual Syndrome. *Am. J. Epidemiol.* 177(10):1118-1127. DOI:10.1093/aje/kws363.
- Gupta A, Sheth NR, Pandey S, Shah DR, Yadav JS. 2013. Design and Evaluation of Herbal Hepatoprotective Formulation Against Paracetamol Induced Toxicity. *Journal of Young Pharmacists* 5:180-187.

- Hariyadi P. 2014. Prinsip-Prinsip Proses Panas Untuk Industri Pangan. Jakarta: Dian Rakyat.
- Hasanah O. 2010. Efektivitas Terapi Akupresur Terhadap Dismenore Pada Remaja di SMPN 5 dan SMPN 13 Pekanbaru. Tesis. Program Pascasarjana, Fakultas Ilmu Keperawatan, Universitas Indonesia, Depok.
- Hema N, Ramakrishna A, Sunil Kumar KN, Anupama N. 2013. Evaluation of Physicochemical Standards of *Cyperus rotundus* Rhizome with Phytochemical and HPTLC Profiling of Its Extracts. *Int. Res. J. Pharm.* 4(6):133-137. DOI: 10.7897/2230-8407.04630.
- Herold. 2007. Formulasi Minuman Fungsional Berbasis Kumis Kucing (*Orthosiphon aristatus* Bl. Miq) yang Didasarkan Pada Optimasi Aktivitas Antioksidan, Mutu Citarasa dan Warna. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.
- Ichikawa T. 1994. Functional Foods in Japan. Di dalam: I. Goldberg (Ed.). Functional Foods: Designer Foods, Pharmafoods, Nutraceuticals. Chapman & Hall, New York, USA.
- Kumar RP, Rajesh K, Yogender M, Dharmesh S, Karthiyagini T. 2010. Standardization and Preliminary Investigation on *Cyperus rotundus* Linn Rhizome. *Int. J. Res. Ayurveda & Pharmacy* 1(2):536-542.
- Lawal OA, Oyediji AO. 2009. Chemical Composition of the Essential Oils of *Cyperus rotundus* L. From South Africa. *Molecules* 14:2909-2917. DOI: 10.3390/molecules14082909.
- Mradu G, Dalia B, Arup M. 2013. Studies of Anti Inflammatory, Antipyretic and Analgesic Effects of Aqueous Extract of Traditional Herbal Drug on Rodents. *Int. Res. J. Pharm.* 4(3):113-120. DOI: 10.7897/2230-8407.04321.
- Nio OK. 1992. Daftar Analisis Bahan Makanan. Fakultas Kedokteran, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Satriati EW. 2007. Jus Buah dan Sayuran: 148 Resep Jus untuk Menjaga Kesehatan dan Kebugaran Anda. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Singh N, Pandey BR, Verma P, Bhalla M, Gilca M. 2012. Phyto-pharmacotherapeutics of *Cyperus rotundus* Linn (*Motha*): An overview. *Indian J. Nat. Products and Resources* 3(4):467-476.
- Surya H. 2009. Efek Ekstrak Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) Terhadap Kadar Enzim SGOT dan SGPT pada Mencit dengan Induksi Karbon Tetraklorida. Skripsi. Fakultas Kedokteran, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Wijayakusuma H. 2002. Tumbuhan Berkhasiat Obat Indonesia: Seri Rempah, Rimpang dan Umbi. Milenia Populer, Jakarta.
- Zhou Z, Yin W. 2013. Two Novel Phenolic Compounds from the Rhizomes of *Cyperus rotundus* L. *Molecules* 17:12636-12641. DOI: 10.3390/molecules171112636.

T4 - MG

PENGEMBANGAN BAHAN DAN PRODUK PANGAN

JUDUL/PENULIS	KODE
Deteksi Kandungan Asam Lemak dan Residu Logam Berat pada Susu Sapi <i>Bambang Kuntoro</i>	T4-MG 13
Aktivitas Antioksidan Ekstrak Biji Duwet (<i>Syzygium cumini</i> Linn.) Varietas "Genthong" Pada Peroksidasi Lipid Secara In Vitro <i>Jarod Rohadi</i>	T4-MG 14
Perubahan Kimiawi Kacang Tanah (<i>Arachis hypogaea</i> L.) Pada Berbagai Kemasan Selama Penyimpanan <i>Ir. Choirul Anam, MP, MT</i>	T4-MG 15
Pengaruh Rasio Pati/ Tepung Jagung dan Temperatur Ekstrusi Terhadap Kristalinitas dan Kekerasan Beras Analog <i>Faleh Setia Budi, ST</i>	T4-MG 17
Stabilitas Pewarna Alami Serbuk Bit Merah dalam Adonan Tepung Mocaf selama Pengukusan <i>Dr. V. Kristina Ananingsih</i>	T4-MG 20
Pengembangan Metode Analisa Pemanis secara Simultan dalam Minuman Ringan dan Klaim Food Authentica <i>Wiwi Hartuti S. Farm, Apt</i>	T4-MG 23
Pengaruh Penambahan Ekstrak Herbal Terhadap Sifat Fisikokimia Beras <i>Parboiled</i> Terfortifikasi Kromium <i>Dr. Wisnu Adi Yulianto</i>	T4-MG 24
Sifat Kimiawi dan Mikrobiologi Rusip selama Fermentasi dengan Konsentrasi Garam yang Berbeda <i>Dyah Koesmawardani, MP</i>	T4-MG 25
Kajian Sifat Fisik Tepung Sorgum Putih (<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench) Kultivar Lokal Bandung dengan Variasi Lama Penyosohan <i>Endah Wulandari, M.Si</i>	T4-MG 27
Penurunan Kandungan Timbal (Pb) pada Kupang Merah (<i>Musculitas senhausia</i>) dengan Perebusan Asam <i>Dr. Nur Hidayat</i>	T4-MG 29
Kualitas Gula Semut yang Dibuat dari Bahan Baku Cairan Gula Aren Cetak (<i>Arenga Innata</i>) dengan Variasi Konsentrasi Cairan dan Suhu Pemasakan <i>Ir. Suroso, SU</i>	T4-MG 30
Produksi Dan Evaluasi Fisikokimiasensori <i>Fruit Leather</i> Apel Manalagi dengan Variasi Xanthan Gum <i>Ir. Nur Her Riyadi, M.S</i>	T4-MG 32
Penentuan Umur Simpan Biskuit Kenari dengan Metode Akselerasi Pendekatan Kadar Air Kritis <i>Dr. Erna Rusliana M. Saleh</i>	T4-MG 33
Efektivitas Jahe (<i>Zingiber officinale</i>) dalam Menghambat Pertumbuhan <i>Listeria monocytogenes</i> pada Daging Ayam	T4-MG 34

<i>Dr. Dede Zainal Arief</i>	
Peranan Minuman Fermentasi Daun Sirsak (<i>Annona muricata</i> Linn.) sebagai Antikolesterol Pada Tikus <i>Sprague Dawley</i> <i>Adolf Parhusip, M.Si</i>	T4-MG 36
Analisis Cemarkan <i>Escherichia coli</i> O157:H7 di Susu dan Salad Sayur dengan <i>Real Time PCR</i> <i>Eva Nikastri, M. Si</i>	T4-MG 37
Pemanfaatan Kacang Hijau dalam Peningkatan Kandungan Protein Produk Cokelat Batang <i>Zainal</i>	T4-MG 38
Analisis Ester 3-Monokloro-1,2-Propanadiol dalam Minyak Sawit dengan Gas Kromatografi- <i>Electron Capture Detector</i> (GC-ECD) <i>Dr. Hanifah Nuryani Lioe</i>	T4-MG 39
Pengaruh Kombinasi Gelatin dari Sumber yang Berbeda terhadap Karakteristik Sensoris Permen Jeli Rosela (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L) <i>Dra. Yuliani, MP.</i>	T4-MG 40
Aktivitas Hipokolesterolemik Ekstrak Etanol Daun Pandan Wangi pada Tikus Diabetes <i>Ch. Lilis Suryani, MP</i>	T4-MG 41
Pengaruh Varietas Singkong terhadap Karakteristik Sensorisgapek Serut : Studi Pengembangan Pangan Non-Beras <i>Prof. Khrisna P. Candra</i>	T4-MG 44
Pemanfaatan Bayam sebagai Sumber Zat Besi Alami dalam Pembuatan Bolu Kukus <i>Febriana Muchtar, M.Kes</i>	T4-MG 45
Kajian Waktu Fermentasi dan Jenis Ubi Jalar terhadap Karakteristik Youghurt Ubi Jalar (<i>Ipomoea batatas</i> L.) <i>Ir. Sumartini, MP</i>	T4-MG 47
Aktivitas Antibakteri dan Evaluasi Pengaruh Minuman Sinbiotik Ekstrak Cincau dengan Penambahan Sari Buah terhadap Kualitas Mikroflora Pencernaan <i>Ir. Fibra Nurainy, M.T.A</i>	T4-MG 48
Reaksi Mailard pada Pengolahan Bahan Pangan dan Kesehatan <i>Kristiawan P.A. Nugroho</i>	T4-MG 49
Kinetika Oksidasi <i>Fillet</i> Ikan Kakap (<i>Lutjanus sp</i>) Selama Penyimpanan <i>Rahim Husain</i>	T4-MG 51
Pengaruh Pengkayaan Antosianin Ekstrak Bekatul Beras Hitam pada Soygurt terhadap Profil Lipid Tikus Dislipidemia <i>Enny Purwati Nurlali</i>	T4-MG 53

DETEKSI KANDUNGAN ASAM LEMAK DAN RESIDU LOGAM BERAT PADA SUSU SAPI

Detection of Fatty Acid and Heavy Metals Residue in Cow Milk

Bambang Kuntoro^a, Rulliadi^b, Triani Adelina^a

^a Prodi Peternakan, Fakultas Pertanian dan Peternakan UIN Sultan Syarif Kasim Riau

^b Alumni Prodi Peternakan, Fakultas Pertanian dan Peternakan UIN Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. H.R. Soebrantas Km. 15 No. 155 – Simpang Baru, Panam – Pekanbaru

E-mail : bambang.kuntoro@uin-suska.ac.id

ABSTRACT

This study aims to identify the fatty acid content and determine the level of contamination of heavy metals (Pb, Cd and Cu) in fresh cow's milk. The research was conducted at the Post-Harvest Technology Laboratory of the Faculty of Agriculture and Animal Science UIN Suska Riau, Laboratory of Chemical Processing Fisheries Faculty of Fisheries and Marine Science, University of Riau and Laboratory Research and Integrated Analysis Yogyakarta, in November 2014 - January 2015. Milk samples were taken from Kampar regency by 5 samples and Pelalawan regency as much as 5 samples and data processed by descriptive. The results showed that the total saturated fatty acids of fresh cow's milk from Kampar regency is 67.55%, while the total saturated fatty acids from Pelalawan regency is 53.07%. Saturated fatty acid content of fresh cow's milk Kampar and Pelalawan regency were detected include palmitic, stearic, myristic, pentadecanoic, lauric, butyric, capric, arachidic, caproic and caprylic. Total unsaturated fatty acids of fresh cow's milk from Kampar regency is 32.44%, while the origin of fresh cow's milk from Pelalawan regency is 46.77%. Unsaturated fatty acid content of fresh cow's milk Kampar and Pelalawan regency were detected include cis-9-oleic, linoleic, and linolenic acid palmitoleic. Residual contamination levels of heavy metals in fresh cow's milk in Riau, especially cow's milk from Kampar and Pelalawan regency are as follows: Pb (0.11 to 0.13 ppm), Cd (0.02 to 0.07 ppm) and Cu (0.09 to 0.10 ppm), the values remain below the maximum limits according to Indonesian Standard of Nation.

Keywords: Cow milk, saturated fatty acids, unsaturated fatty acids, heavy metals.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kandungan asam lemak dalam susu sapi dan mengetahui tingkat cemaran logam berat (Pb, Cd dan Cu) pada susu sapi segar. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Pasca Panen Fakultas Pertanian dan Peternakan UIN Suska Riau, Laboratorium Kimia Hasil Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau dan Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu (LPPT - UGM) Yogyakarta, pada bulan November 2014 – Januari 2015. Sampel susu yang digunakan berasal dari Kabupaten Kampar sebanyak 5 sampel dan Kabupaten Pelalawan sebanyak 5 sampel dan data diolah secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total asam lemak jenuh susu sapi segar asal Kabupaten Kampar adalah 67,55%, sedangkan total asam lemak jenuh susu sapi asal Kabupaten Pelalawan adalah 53,07%. Kandungan asam lemak jenuh susu sapi segar asal Kabupaten Kampar dan Kabupaten Pelalawan yang terdeteksi meliputi palmitat, stearat, miristat, pentadekanat, laurat, butirat, kaprat, arachidat, kaproat dan kaprilat. Total asam lemak tidak jenuh susu sapi segar asal Kabupaten Kampar sebesar 32,44%, sedangkan susu sapi segar asal Kabupaten Pelalawan sebesar 46,77%. Kandungan asam lemak tidak jenuh susu sapi segar asal Kabupaten Kampar dan Kabupaten Pelalawan yang terdeteksi meliputi cis-9-oleat, linoleat, palmitoleat dan linolenat. Tingkat kontaminasi residu logam berat pada susu sapi segar di

Riau khususnya susu sapi yang berasal dari Kabupaten Kampar dan Kabupaten Pelalawan adalah sebagai berikut: Pb 0,11-0,13 ppm, Cd 0,02-0,07 ppm dan Cu 0,09-0,10 ppm, nilai tersebut masih berada di bawah ambang batas maksimum menurut SNI 01-3141-1998.

Kata kunci : Susu sapi, asam lemak jenuh, asam lemak tidak jenuh, logam berat.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Susu yang baru keluar dari kelenjar mammae melalui proses pemerahan merupakan suatu sumber bahan pangan yang murni, segar, higienis, bergizi, serta mengandung sejumlah mikroba yang bermanfaat, serta memiliki rasa dan bau yang khas. Susu merupakan sumber bahan pangan yang sangat mudah rusak (*perisable food*) dan tidak tahan lama disimpan kecuali telah mengalami perlakuan khusus yang tepat pada tahap sebelum pemerahan maupun sesaat setelah pemerahan. Susu segar yang dibiarkan di kandang selama beberapa waktu akan menggumpal dipermukaan berupa krim susu, kemudian bakteri perusak susu yang bertebaran di udara kandang yang berasal dari sapi masuk ke dalam susu dan berkembang biak dengan cepat. Susu pada suhu kamar sangat peka terhadap pencemaran baik secara fisik, kimia maupun mikrobiologis sehingga akan menurunkan kualitas susu.

Susu merupakan sumber protein yang dibutuhkan dalam pertumbuhan dan perkembangan tubuh serta dalam menjaga kesehatan. Susu juga merupakan bahan makanan yang bergizi tinggi yang dihasilkan ternak menyusui seperti sapi, kerbau, kuda, kambing dan ternak mamalia lainnya. Susu mengandung zat kimia organik atau anorganik berupa zat padat, air dan zat terlarut dalam air yang meliputi protein, karbohidrat. Lemak, mineral, vitamin dan enzim (Soeparno *et al.*, 2011). Muchtadi *et al.* (2010) menyatakan bahwa susu merupakan bahan makanan yang hampir sempurna dan merupakan makanan alamiah bagi binatang menyusui yang baru lahir, dimana susu merupakan satu-satunya sumber makanan pemberi kehidupan segera sesudah kelahiran. Susu juga didefinisikan sebagai hasil sekresi kelenjar susu binatang yang menyusui anaknya (mamalia). Kandungan terpenting dalam susu adalah protein, lemak, vitamin, mineral, laktosa, enzim dan beberapa jenis mikroba yang bermanfaat bagi kesehatan dalam bentuk probiotik.

Lemak susu secara umum merupakan senyawa kimia yang masuk dalam kelompok ester yang tersusun atas asam-asam lemak dan gliserol. Sembilan puluh persen dari komponen lemak susu adalah asam-asam lemak yang terbagi atas asam-asam lemak tidak jenuh dan asam lemak jenuh. Asam lemak jenuh yang dominan dalam lemak susu secara berurutan adalah asam miristat, palmitat dan stearat dengan kisaran 7-11% 25-29% dan 7-13% dari total asam lemak (Adnan, 1984). Ketiga asam lemak tersebut berbentuk padat pada suhu kamar. Asam lemak tak jenuh yang terkandung adalah asam oleat dengan kisaran antara 30-40% dan pada suhu kamar berbentuk cair (Apandi, 1993). Asam lemak tidak jenuh dianggap penting bagi kesehatan baik sebagai asam lemak esensial ataupun karena sifatnya yang tidak mudah menempel pada dinding pembuluh darah. Jumlah asam lemak tidak jenuh di dalam susu sekitar 37% dari total asam lemak. Ternak yang

kekurangan pakan serat akan menghasilkan susu dengan kadar lemak rendah. Hal ini karena hijauan pakan merupakan sumber asam asetat yang merupakan bahan baku pembentuk berbagai asam lemak dan lemak susu yaitu butirat, kaproat, kaprilat, kaprat, miristat, palmitat, oleat, stearat dan linoleat.

Beberapa contoh asam lemak tidak jenuh yang penting bagi kesehatan adalah asam oleat, linoleat (omega-6) dan linolenat (omega-3). Lemak jenuh dan kolesterol dianggap berperan dalam proses penyempitan pembuluh darah yang dikenal sebagai penyakit "aterosklerosis". Struktur kimia kolesterol berbeda dengan struktur asam lemak ataupun trigliserida, sehingga kolesterol tidak sama dengan asam lemak, meskipun keduanya dibuat dari prekursor asetil-koenzim A. Jumlah lemak jenuh dan kolesterol di dalam setiap 100 g susu masing-masing sekitar 2,2 g dan 15 mg. Jumlah tersebut relatif sangat rendah dan tidak berbahaya bagi kesehatan dan aman meski seseorang mengonsumsi susu 4 gelas per hari. Subroto (2008) menambahkan bahwa beberapa komponen bioaktif dalam susu yang memiliki efek kesehatan antara lain adalah kasein fosfopeptida (CCP), peptide susu anti hipertensi, laktoferin, glikomakropeptida, asam linoleat terkonjugasi (CLA), asam miristat, sphingomyelin, asam butirat dan asam laurat.

Lemak di dalam susu dalam bentuk jutaan bola kecil yang bergaris tengah rata-rata 3 mikron (Buckle *et al.*, 2009). Noor (2002) dan Rahman *et al.* (1992) menjelaskan bahwa butiran-butiran atau yang disebut juga globula tersebar merata di dalam susu sebagai emulsi lemak dalam air, dimana globula lemak berada dalam fase terdispersi.

Berdasarkan hasil penelitian Legowo *et al.* (2006) kandungan asam lemak susu kambing dan susu sapi berturut-turut adalah sebagai berikut: Kaproat (210,18 mg/100g dan 63,44 mg/100g), Kaprilat (119,90 mg/100g dan 2,23 mg/100g), Kaprat (102,53 mg/100g dan 73,40 mg/100g), dan Laurat (1648,51 mg/100g dan 130,44 mg/100g). Menurut Pierse *et al.* (1991), hasil deteksi asam lemak di dalam susu akan berbeda-beda tergantung pada konsumsi pakan, laju metabolisme trigliserida dalam kelenjar mammae dan metode yang dipakai dalam penelitian.

Kandungan asam lemak susu memiliki banyak manfaat bagi kesehatan manusia sebagai konsumen dari susu dan produk olahannya. Oleh karenanya penanganan yang baik perlu dilakukan dengan tepat. Susu yang baik harus mengandung jumlah bakteri yang sedikit, tidak mengandung spora mikroba patogen, bersih, yaitu tidak mengandung debu atau kotoran dan mempunyai aroma yang baik. Susu juga termasuk sumber bahan pangan yang sangat mudah rusak dan mudah terkontaminasi. Susu segar yang terkontaminasi secara otomatis akan menurunkan kualitas susu segar. Salah satu hal yang perlu diperhatikan berdasarkan standar mutu susu adalah tingkat cemaran logam berbahaya (logam berat) yang meliputi Timbal (Pb), Seng (Zn), Merkuri (Hg) dan Arsen (As). Menurut SNI 01-3141-1998 batasan maksimum cemaran logam berat tersebut dalam susu adalah 0,3 ppm untuk logam Pb, sedangkan Zn, Hg dan As masing-masing adalah 0,5 ppm.

Manusia bukan hanya menderita sakit karena menghirup udara yang tercemar, tetapi juga akibat mengonsumsi makanan yang tercemar logam berat. Sumbernya sayur-sayuran dan buah-buahan yang ditanam di lingkungan yang tercemar atau daging dari

ternak yang makan rumput yang sudah mengandung logam berat. Pencemaran logam berat terhadap alam lingkungan merupakan suatu proses yang erat hubungannya dengan penggunaan bahan tersebut oleh manusia. Pencemaran lingkungan oleh logam berat dapat terjadi jika industri yang menggunakan logam tersebut tidak memperhatikan keselamatan lingkungan, terutama saat membuang limbahnya. Logam-logam tertentu dalam konsentrasi tinggi akan sangat berbahaya bila ditemukan di dalam lingkungan (air, tanah, dan udara). Sumber utama kontaminasi logam berat sesungguhnya berasal dari udara dan air yang mencemari tanah, selanjutnya semua tanaman yang tumbuh di atas tanah yang telah tercemar akan mengakumulasi logam-logam tersebut pada semua bagian (akar, batang, daun dan buah). Ternak akan memakan logam-logam berat yang ada pada tanaman dan menumpuknya pada bagian-bagian dagingnya, selanjutnya manusia yang termasuk ke dalam omnivora (pemakan segalanya) akan tercemar logam tersebut dari sumber utama, yaitu udara yang dihirup saat bernapas, air minum, tanaman (sayuran dan buah-buahan), serta ternak (berupa daging, telur, dan susu).

Logam berat tidak dapat terdegradasi secara alami dan cenderung terakumulasi dalam air, tanah dan tubuh makhluk hidup. Selain itu, logam berat seperti merkuri (Hg), kadmium (Cd) dan timbal (Pb) dapat mengakibatkan gangguan kesehatan bagi manusia. Efek toksik logam berat akan terakumulasi dalam waktu lama yang mampu menghambat kerja enzim sehingga mengganggu metabolisme tubuh dan menyebabkan alergi, bagi hewan bahkan ke manusia. Berdasarkan pemikiran di atas, maka dipandang perlu untuk melakukan kajian terhadap kualitas susu sapi ditinjau dari aspek kandungan asam lemak dan residu cemaran logam berat dalam susu segar.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini antara lain adalah :

1. Mengidentifikasi kandungan asam lemak dalam susu sapi.
2. Mengetahui tingkat cemaran logam berat (Pb, Cd dan Cu) pada susu sapi segar dan membandingkan dengan SNI 01-3141-1998 tentang syarat dan mutu susu segar dan SNI 7387: 2009 tentang batas maksimum cemaran logam berat dalam bahan pangan serta studi literatur terkait.

Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan gambaran dan informasi mengenai kandungan asam lemak susu sapi di Provinsi Riau yang berasal dari Unit Pelaksana Teknis Daerah (UPTD) Kampar dan UPTD Pelalawan.
2. Mengetahui status keamanan susu sapi yang ada di Provinsi Riau ditinjau dari tingkat cemaran logam berat (Pb, Cd dan Cu), sehingga aman dikonsumsi oleh masyarakat luas.
3. Memberikan informasi kepada masyarakat tentang manfaat susu sapi yang merupakan sumber bahan pangan yang menyehatkan dan dapat dijadikan sebagai alternatif pengobatan penyakit kronis.

Hipotesis Penelitian

Kandungan asam lemak susu sapi sesuai dengan standar SNI 01-3141-1998 tentang syarat dan mutu susu segar, sedangkan residu logam berat berada di bawah ambang batas maksimum SNI 7387: 2009 tentang batas maksimum cemaran logam berat dalam bahan pangan.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan November 2014 – Januari 2015. Analisis dilakukan di Laboratorium Teknologi Pasca Panen Fakultas Pertanian dan Peternakan UIN Suska Riau, Laboratorium Kimia Hasil Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau dan Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu (LPPT - UGM) Yogyakarta.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah susu sapi. Susu sapi segar diperoleh dari UPTD Ruminansia Besar Kabupaten Kampar dan UPTD Kabupaten Pelalawan. Bahan yang digunakan untuk analisis antara lain adalah NaOH, heksana, HCl, etanol, H_2SO_4 , NH_4OH , BF_3 , etil eter, indikator PP dan aquades.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *cool box*, Gas Chromatography (GC), Atomic Absorbance Spectrometry (AAS), Erlenmeyer, peralatan untuk analisis kadar lemak, tabung reaksi, gelas ukur dan botol susu.

Prosedur Penelitian

Sampel diambil dari dua peternakan sapi perah yang berada di Provinsi Riau, yaitu peternakan sapi perah di Unit Pelaksana Teknis Daerah (UPTD) Kabupaten Kampar dan peternakan sapi perah di Kabupaten Pelalawan. Masing-masing peternakan diambil 5 ekor sapi yang sedang laktasi dan susu yang dihasilkan dijadikan sampel pada penelitian ini. Jumlah sampel pada penelitian ini adalah sebanyak 10 sampel (5 sampel susu dari UPTD Kabupaten Kampar dan 5 sampel dari peternakan di Kabupaten Pelalawan). Sampel susu sapi yang digunakan berasal dari ternak perah yang berada pada periode laktasi ke dua. Penelitian ini dilakukan dengan menganalisis kandungan asam lemak dan cemaran logam berat pada susu sapi segar. Data hasil penelitian ini disajikan secara deskriptif dalam bentuk tabel dan diagram serta dilakukan pembahasan berdasarkan studi literatur yang terkait.

Peubah yang diamati

a. Deteksi Asam lemak

Analisis asam lemak dilakukan dengan menggunakan GC mengikuti prosedur analisis asam lemak yang dilakukan di LPPT - UGM dan berdasarkan prosedur Ichihara

& Fukubayashi (2010). Komposisi asam lemak ditentukan sebagai fatty acid methyl ester (FAME) oleh kromatografi gas. Pembentukan FAME dari susu didahului dengan saponifikasi dan dilanjutkan dengan metilasi. Susu dihidrolisis dengan 1 mL NaOH dalam 70% etanol pada suhu 80°C/20 menit. Campuran diasamkan dengan 0,2 mL HCl 6M dan ditambahkan dengan 1 mL air. Free Fatty Acid (FFA) yang dibebaskan selanjutnya diekstraksi dengan 1 mL heksana. Cara metilasi setelah evaporasi heksana, 1 mL 10% BF₃ dalam methanol digunakan sebagai katalis untuk metilasi FFA dan dipanaskan pada suhu 37°C selama 20 menit, ditambahkan 1 mL air dan dilakukan ekstraksi FAME menggunakan 2 mL heksana, diinjeksikan pada GC dengan kondisi suhu injektor 320°C, suhu detector 250°C, suhu oven 170°C/1 menit, deprogram pada suhu 20°C/menit - 210°C dan ditahan selama 30 menit, diprogram pada suhu 250°C selama 10 menit. Kolom flow rate 30 cm/detik, carrier gas H₂, total H₂ flow rate 30 mL/menit, make up gas N₂ (24 mL/menit), air flow rate 30 mL/menit.

b. Deteksi Residu Logam Berat (SNI 01-2896-1998)

Prinsip dari analisis ini adalah mengukur logam berat seperti Pb, Cu dan Cd dengan persiapan sampel dengan cara-cara pengabuan basah, dianalisis logam beratnya menggunakan *atomic absorbance spechtrofotometry* (AAS). Setiap sampel ditimbang 5-10 g dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 125 mL kemudian ditambahkan 10 mL H₂SO₄ dan 10 mL NHO₃, selanjutnya dipanaskan secara perlahan-lahan sampai larutan berwarna gelap. Sampel ditambahkan kembali NHO₃ dan dipanaskan 5-10 menit sampai larutan menjadi tidak gelap lagi. Sebanyak 10 mL aquades ditambahkan dan dipanaskan sampai berasap. Larutan didiamkan sampai dingin, kemudian ditambahkan 5 mL aquades dan dididihkan sampai berasap, larutan didinginkan dan diencerkan kemudian dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer.

Kandungan mineral dan cemaran logam berat pada produk susu segar dianalisis dengan menggunakan AAS. Sebelum dilakukan analisis terlebih dahulu dibuat larutan blanko yang berisi semua pereaksi untuk mengetahui kadar mineral dan cemaran logam berat yaitu H₂SO₄ pekat dan NHO₃ pekat. Sampel dibaca absorbansinya dengan AAS pada gelombang 235,4 nm untuk timbal; 248,3 nm untuk tembaga; 228,8 nm untuk kadmium; 766,5 nm untuk kalium; 248,3 nm untuk besi dan 213,6 nm untuk fosfor.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Asam Lemak Susu Sapi

Hasil kandungan asam lemak pada susu sapi yang berasal dari Kab. Kampar dan Kab. Pelalawan setelah di analisis dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jenis dan jumlah asam lemak jenuh dan asam lemak tidak jenuh dalam susu sapi asal Kab. Kampar dan Kab. Pelalawan (%).

Tipe Asam Lemak	Asal Sampel Susu	
	Kab. Kampar	Kab. Pelalawan
I. Asam Lemak Jenuh		
Palmitat (C16:0)	35,75	29,49

Stearat (C18:0)	11,97	7,40
Miristat (C14:0)	11,77	7,63
Pentadekanoat (17:0)	1,96	1,81
Laurat (C12:0)	2,61	1,83
Butirat (C4:0)	1,18	0,96
Kaprat (C10:0)	0,61	1,17
Arachidat (C20:0)	0,35	1,61
Kaproat (C6:0)	0,73	0,63
Kaprilat (C8:0)	0,62	0,55
Total Asam Lemak Jenuh	67,55	53,07
II. Asam Lemak Tidak Jenuh		
Cis-9-Oleat (C18:1)	23,32	30,41
Linoleat (C18:2)	7,50	10,94
Palmitoleat (C16:1)	1,36	3,88
Linolenat (C18:3)	0,26	0,84
Total Asam Lemak Tidak Jenuh	32,44	46,77

Sumber : Data Primer (2015)

Tabel 1 memperlihatkan bahwa kandungan total konsentrasi asam lemak jenuh susu sapi asal Kab. Kampar adalah sebesar 67,55% sedangkan kandungan total asam lemak jenuh susu sapi asal Kab. Pelalawan adalah sebesar 53,07%. Konsentrasi asam lemak jenuh yang terdeteksi meliputi palmitat, stearat, miristat, pentadekanoat, laurat, butirat, kaprat, arachidat, kaproat dan kaprilat. Persentase asam lemak jenuh susu sapi asal Kab. Kampar yang paling tinggi adalah asam palmitat sebesar 35,75% dan terendah adalah arachidat yaitu sebesar 0,35%, sedangkan susu asal Kab. Pelalawan memiliki kandungan asam palmitat yang paling tinggi yaitu 29,49% dan terkecil adalah asam kaprilat 0,55%. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa konsentrasi asam lemak jenuh pada susu sapi asal Kab. Kampar lebih tinggi jika dibandingkan dengan total asam lemak jenuh asal Kab. Pelalawan.

Hasil analisis konsentrasi asam lemak tidak jenuh pada susu sapi asal Kab. Kampar adalah 32,44%, sedangkan asam lemak tidak jenuh susu sapi asal Kab. Pelalawan adalah sebesar 46,77%. Konsentrasi asam lemak tidak jenuh susu sapi asal Kab. Pelalawan lebih tinggi jika dibanding dengan asam lemak susu sapi asal Kab. Kampar. Jenis asam lemak tidak jenuh yang terdeteksi meliputi cis-9-oleat, linoleat, palmitoleat dan linolenat. Konsentrasi asam lemak tidak jenuh susu sapi asal Kab. Kampar yang tertinggi adalah cis-9-oleat yaitu 23,32%, linoleat 7,50%, palmitoleat 1,36% dan linoleat 0,26%. Hal yang sama juga terjadi pada susu sapi asal Kab. Pelalawan yang secara berturut-turut adalah cis-9-oleat 30,41%, linoleat 10,94% palmitoleat 3,88% dan linoleat 0,84%.

Hasil analisis konsentrasi asam lemak jenuh pada susu sapi asal Kab. Kampar adalah 67,55%, sedangkan asam lemak jenuh pada susu sapi asal Kab. Pelalawan sebesar 53,07%. Konsentrasi asam lemak jenuh pada susu sapi asal Kab. Kampar lebih tinggi jika dibandingkan dengan asam lemak susu sapi asal Kab. Pelalawan. Jenis asam lemak jenuh yang terdeteksi meliputi palmitat, stearat, miristat, pentadekanoat, laurat, butirat, kaprat,

arachidat, kaproat dan kaprilat. Konsentrasi asam lemak jenuh susu sapi asal Kab. Kampar yang tertinggi adalah palmitat yaitu 35,75%, stearat 11,97%, miristat 11,77%, laurat 2,61%, pentadekanoat 1,96%, butirat 1,18%, kaproat 0,73%, kaprilat 0,62%, kaprat 0,61%, arachidat 0,35%. Hal yang sama juga terjadi pada susu sapi asal Kab. Pelalawan yang secara berturut-turut adalah palmitat 29,49%, miristat 7,63%, stearat 7,40%, laurat 1,83%, pentadekanoat 1,81%, arachidat 1,61%, kaprat 1,17%, butirat 0,96%, kaproat 0,63% dan kaprilat 0,55%.

Hasil penelitian menunjukkan total asam lemak tidak jenuh susu sapi asal Kab. Kampar lebih rendah (32,44%) dari hasil penelitian Kustyawati *et al.* (2012) yaitu total asam lemak tidak jenuh susu sapi sebesar 39,62%, sedangkan total asam lemak asal Kab. Pelalawan lebih tinggi yaitu sebesar 46,77%. Untuk total asam lemak jenuh susu sapi asal Kab. Kampar dan Kab. Pelalawan lebih tinggi jika dibandingkan dengan hasil penelitian Kustyawati *et al.* (2012) dimana total asam lemak jenuh susu sapi sebesar 49,48%.

Perbedaan konsentrasi asam lemak tidak jenuh dan asam lemak jenuh pada kedua lokasi diduga dipengaruhi oleh pakan yang diberikan. Berdasarkan hasil survei dan wawancara pada pengelola dan petugas, maka pada UPTD Kab. Kampar diketahui bahwa pakan yang diberikan kepada sapi perah yaitu berupa hijauan dan ampas tahu. Hijauan yang diberikan berupa rumput gajah sebanyak 10% dari bobot badan dan pemberian konsentrat berupa ampas tahu sebesar 25-30 kg/ekor/hari. Pakan yang diberikan di peternakan sapi perah Kab. Pelalawan meliputi pakan hijauan dan pakan konsentrat. Pakan hijauan terdiri dari rumput kumpai dan rumput lapang, sedangkan konsentrat berupa bungkil kelapa sawit dan dedak. Basya (1983) menyatakan bahwa peningkatan produksi susu harus memperhatikan formula ransum yang berimbang dan optimum antara pemberian rumput atau hijauan dengan konsentrat.

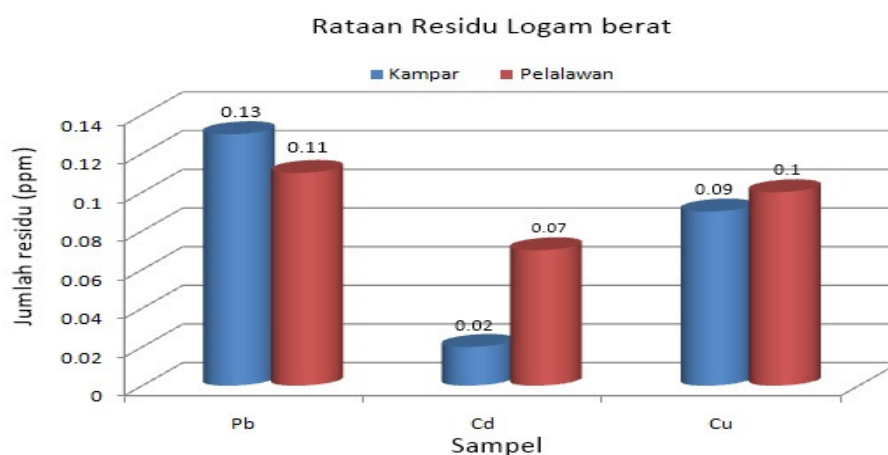
Kadar asam lemak pada sapi perah sangat dipengaruhi oleh pemberian ransum pada sapi perah. Menurut hasil penelitian yang telah dilakukan di Stasiun Percobaan California, (Ronning, 1990) mengenai pengaruh perimbangan antara konsentrat dengan hijauan terhadap kualitas dan kuantitas susu yang diproduksi sapi perah menunjukkan bahwa pemberian 10% konsentrat dengan 90% hay dalam ransum, akan menurunkan produksi susu rata-rata, tetapi kadar lemak susu masih berada dalam keadaan normal. Apabila ransum itu terdiri dari 100% konsentrat, produksi susu rata-rata meningkat, namun kadar lemak susu menurun secara drastis. Ransum sapi perah dengan jumlah konsentrat yang terlalu banyak dan hijauan yang terbatas akan berakibat pada penurunan produksi saliva, sehingga pH rumen menjadi rendah. Keadaan ini menyebabkan perbedaan komposisi asam-asam lemak terbang dalam rumen sehingga produksi asam asetat menjadi berkurang, seperti asam asetat yang dibentuk dalam rumen merupakan "*Precursor*" (bahan baku) utama pembentukan lemak susu (James, 1981).

Apabila produksi asam asetat dalam rumen berkurang akan mengakibatkan kadar lemak susu yang rendah dan asam asetat terbentuk dalam rumen terutama adalah hasil fermentasi serat kasar. Oleh karena itu, pemberian ransum yang mengandung serat kasar yang rendah dan banyak karbohidrat yang mudah dicerna atau difermentasi, akan

menyebabkan penurunan kadar lemak susu dan penurunan ini dapat mencapai 50% dari kadar susu yang normal pada sapi perah (McCullough, 1993).

Residu Logam Berat Pada Susu Sapi

Jenis logam berat yang diamati pada penelitian ini meliputi logam Pb, Cd dan Cu susu sapi yang berasal dari Kab. Kampar dan Kab. Pelalawan. Hasil analisis cemaran logam berat pada susu sapi asal Kab. Kampar dan Kab. Pelalawan terlihat pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Rataan residu logam berat pada susu asal Kab. Kampar dan Kab. Pelalawan (ppm).

Berdasarkan gambar di atas terlihat bahwa dari ketiga logam berat (Pb, Cd dan Cu) yang memiliki residu tertinggi adalah logam berat Pb baik pada asal Kab. Kampar maupun Kab. Pelalawan. Logam berat yang memiliki residu terendah adalah logam berat Cd baik pada susu asal Kab. Kampar maupun Kab. Pelalawan. Perbedaan tingkat residu logam berat diduga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang kemudian mempengaruhi kadar kontaminasi residu logam berat pada udara, air minum ternak & hijauan pakan. Menurut Darmono (2008) kontaminasi residu logam berat pada hewan dapat berasal dari air, tanaman, udara dan tanah yang terakumulasi logam berat pada ternak ruminansia seperti sapi, kerbau, kambing dan domba hampir 100% pakan yang diberikan adalah jenis hijauan.

Residu logam berat Pb pada susu sapi asal Kab. Kampar berkisar antara 0,08-0,19 ppm dengan nilai rata-rata 0,13 ppm. Residu logam berat Pb pada susu sapi asal Kab. Pelalawan berkisar antara 0,01-0,18 ppm dengan nilai rata-rata 0,11 ppm. Hasil tersebut menunjukkan bahwa residu logam berat Pb pada kedua lokasi pengambilan sampel masih berada di bawah ambang batas maksimal menurut SNI 01-3141-1998 (1998) yang menyatakan bahwa batas maksimal residu logam berat Pb pada susu sapi adalah 0,3 ppm.

Residu logam berat Cd pada susu sapi asal Kab. Kampar berkisar antara 0-0,06 ppm dengan nilai rata-rata 0,02 ppm. Residu logam berat Cd pada susu sapi asal Kab. Pelalawan berkisar antara 0,02-0,19 ppm dengan nilai rata-rata 0,07 ppm. Hasil tersebut menunjukkan bahwa residu logam berat Cd pada kedua lokasi pengambilan sampel memiliki

nilai yang relatif sama dengan yang dilaporkan Misgiyarta dan Usmiati (2005) yaitu sebesar 0,0206 ppm.

Residu logam berat Cu pada susu sapi asal Kab. Kampar berkisar antara 0,04-0,16 ppm dengan nilai rata-rata 0,09 ppm. Residu logam berat Cu pada susu sapi asal Kab. Pelalawan berkisar antara 0,05-0,16 ppm dengan nilai rata-rata 0,1 ppm. Hasil tersebut menunjukkan bahwa residu logam berat Cu pada kedua lokasi pengambilan sampel masih berada di bawah ambang batas maksimal menurut SNI 01-3141-1992 (DSN 1992) yang menyatakan bahwa batas maksimal residu logam berat Cu pada susu sapi adalah 20 mg/kg atau setara dengan 20 ppm.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. Total asam lemak jenuh susu sapi segar asal Kab. Kampar adalah 67,55%, sedangkan total asam lemak jenuh susu sapi asal Kab. Pelalawan adalah 53,07%. Kandungan asam lemak jenuh susu sapi segar asal Kab. Kampar dan Kab. Pelalawan yang terdeteksi meliputi Palmitat, Stearat, Miristat, Pentadekanoat, Laurat, Butirat, Kaprat, Arachidat, Kaproat dan Kaprilat. Total asam lemak tidak jenuh susu sapi segar asal Kab. Kampar sebesar 32,44%, sedangkan susu sapi segar asal Kab. Pelalawan sebesar 46,77%. Kandungan asam lemak tidak jenuh susu sapi segar yang terdeteksi meliputi Cis-9-Oleat, Linoleat, Palmitoleat dan Linolenat.
2. Tingkat kontaminasi residu logam berat pada susu sapi segar di Riau khususnya susu sapi yang berasal dari Kab. Kampar dan Kab. Pelalawan adalah sebagai berikut: Pb 0,11-0,13 ppm, Cd 0,02-0,07 ppm dan Cu 0,09-0,10 ppm, dan masih berada di bawah ambang batas yang ditetapkan oleh SNI 01-3141-1998.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, M. 1984. *Kimia dan Teknologi Pengolahan Air Susu*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Apandi, M. 1993. *Teknologi Susu*. Universitas Bandung Raya, Bandung.
- Basya, S. 1983. Berbagai faktor yang mempengaruhi kadar lemak susu sapi perah. *Wartazoa*. 1(2) :13-15.
- Buckle, K.A, R. A. Edwards; G.H. Fleet dan M. Wooton. 2009. *Ilmu Pangan*. Universitas Indonesia Press. Diterjemahkan H. Purnomo dan Adiono. Jakarta.
- Darmono. 2008. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam*. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- [DSN] Dewan Standarisasi Nasional. 1992. *Susu Segar*. Standar Nasional Indonesia 01-3141-1992. Jakarta.
- Fernandes, J.C. Henriques. F. S 1991. Biochemical, physiological, and structural effects of excess copper in plants. *The Botanical Review*. 57 (03): 248-249.

- Ichihara, K. Fukubayashi, Y. 2010. Preparation of fatty acid methyl esters for gas-liquid chromatography, *J. Lipid.Res.* 51: 635-640.
- James, C.W., Bauman, D.E., Davis, C.L. 1981. Methylmalonic acid in low fat milk syndrome. *J. Dairy Sci.* 4: 649
- Kustyawati, M. E, Susilawati, Tobing, Dewi, T, Trimaryanto. 2012. Profil asam lemak dan asam amino susu kambing dan terfermentasi, *J. Teknologi dan Industri Pangan.* 23(1) : 47-52.
- Legowo, A.M., Santoso, U., Adnan, M., Al-Baarni, A.N., Nurwantoro, I., Sabhara, F., Daniyati, H. 2006. Profil asam lemak yoghurt susu sapi dan susu kambing. Prosiding Seminar PATPI Agustus 2006.
- McCullough, M.E. 1993. *Optimum Feeding of Dairy Animals for Meat and Milk*. 2nd Ed. The University of Georgia Press, Athens.
- Misgiyarta dan Usmiati, S. 2005. Status tingkat cemaran logam berat pada susu Segar di beberapa KUD di Jawa Barat. *Semiloka Nasional Prospek Industri Sapi Perah Menuju Perdagangan Bebas-2020*. Hal 308-315.
- Muchtadi T.R., Sugiyono., F. Ayustaningwarno. 2010. *Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan*. Penerbit Alfabeta. Bandung.
- Noor, R.R., 2002. Khasiat Susu dan Daging Kambing. <http://www.kesehatan.com/news/htm> Diakses Tanggal 08 November 2014, Jam 13.30 WIB
- Pierce, G. J., Thompson, P. M., Miller, A., Diack, J. S. W., Miller, D., Boyle, P. R. 1991. Seasonal variation in the diet of common seals (*Phoca vitulina*) in the Moray Firth area of Scotland. *Journal of Zoology*, London 223, 641–652.
- Rahman, A., Fardiaz, S., Rahayu, W. P., Suliantri, Nurwitri, C. C, 1992. *Teknologi Fermentasi Susu*. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Jakarta.
- Ronning, M., Laben, R.C. 1990. Response of lactating cows to free choice feeding of milled diets containing from 10 to 100% concentrates. *J. Dairy Sci.*, No. 49 : 1080.
- Soeparno., Rihastuti, R.A., Indratiningsih., Triatmojo, S. 2011. *Dasar Teknologi Hasil Ternak*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Subroto, M.A. 2008. *Real Food True Health*. AgroMedia Pustaka. Jakarta.
- Zurriyati Y, Noor, R.R. dan Maheswari. R.R.A. 2011. Analisis molekuler genotipe kappa kasein (k-kasein) dan komposisi susu kambing peranakan Etawa, saanen dan persilangannya. *J. Ilmu Ternak dan Veteriner.* 16(1): 61-70.

AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK BIJI DUWET (*Syzygium Cumini* Linn.) VARIETAS “GENTHONG” PADA PEROKSIDASI LIPID SECARA IN VITRO

Antioxidant Activity of Duwet (Syzygium Cumini Linn.) Seed Extract “Genthong” Varieties on Lipid Peroxidation Models In Vitro

Rohadi¹, Sri Raharjo², lip Izul Falah³ dan Umar Santoso²

¹Fakultas. Teknologi Pertanian, Universitas Semarang (USM), Jl. Arteri Soekarno-Hatta Semarang

50196²Fakultas. Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada Jl. Flora No.1-Bulaksumur

Yogyakarta 55281³Fakultas. MIPA, Universitas Gadjah Mada Jl. Sekip Utara Kotak Pos 21 - Bulaksumur Yogyakarta 55281

E-mail:umar_santoso@yahoo.com

ABSTRACT

All parts of *Syzygium cumini* Linn. (duwet) were widely used for medicinal plant in the treatment of various diseases. The seed extract was used to lower blood glucose. *Cumini*'s seed had higher phenolic fractions than others. It were prepared by extracted of duwet seed “Genthong” varieties, using various extractants such as 85% ethyl acetate, 50% methanol and 50% ethanol. Duwet seed extract collected then was determined of phenolics compound and antioxidant activity assayed by measuring 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical (DPPH) scavenging activity, reducing Ferric ion (Fe^{3+}) power and inhibition of linoleic acid oxidation. The objective was to select one of the extractant which gave highest yield and polyphenolic content and its stronger antioxidant activity. Extractant 50% methanol gave highest the extract yields was 16.29 % (db.) and phenolics compounds of extract was composed: total phenolic 45.99 ± 0.25 g-GAE/100 g-extract; total flavonoid 2.28 ± 0.07 g-QE/100 g-extract and total tannin 26.9 ± 0.07 g-TAE/100 g-extract. All of extract exhibited strong on behalf of RSA-DPPH assay 87-95% ($100 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$) and reducing power, nevertheless in inhibition of linoleic acid oxidation was moderate 49-55% ($400 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$).

Keywords: *Syzygium cumini* Linn., seeds, antioxidant, extraction

ABSTRAK

Tanaman duwet (*Syzygium cumini* Linn.) pada semua kompartemennya dimanfaatkan masyarakat untuk pengobatan suatu penyakit. Ekstrak bijinya dimanfaatkan untuk penurunan gula darah. Bijinya merupakan bagian tanaman yang kaya senyawa polifenol. Fraksi kaya senyawa fenolik dipreparasi dengan caramengekstraksi biji duwet varietas “Genthong”, dengan tiga jenis ekstraktan; etil acetat 85%, metanol 50% dan etanol 50%. Ekstrak biji duwet (EBD) yang diperoleh dianalisis kelompok senyawa fenolik dan aktivitas antioksidan menggunakan metode uji penangkapan radikal DPPH (2,2-diphenil-1-picrylhydrazyl), uji reduksi ion Feri (ferric reduction antioxidant power-FRAP) dan uji penghambatan peroksidasi asam lemak linoleat. Tujuan penelitian adalah memilih satu dari tiga ekstraktan yang menghasilkan ekstrak, dengan yield dan kadar senyawa polifenolik terbesar serta sifat antioksidatif terkuat. Hasil penelitian menunjukkan, ekstrak Met-OH-50% terpilih dengan kriteria yield 16.29% (db), komposisi fenoliknya adalah 45.99 ± 0.25 g-GAE/100 g-EBD; 2.28 ± 0.07 g-QE/100 g-EBD dan 26.9 ± 0.07 g-TAE/100 g-EBD. Ketiga ekstrak kuat dalam uji penangkapan radikal DPPH antara 87-95 % ($100 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$) dan uji reduksi ion feri (Fe^{3+}), moderat pada uji penghambatan peroksidasi lipid, 49-52 % pada $400 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$.

Kata Kunci: Biji duwet (*Syzygium cumini* Linn.), antioksidan, ekstraksi

PENDAHULUAN

Oksidasi merupakan penyebab utama kerusakan lipid dan pangan berminyak. Oksidasi lipid berlangsung dalam tiga mekanisme: (1) oksidasi spontan oleh oksigen udara (2) oksidasi yang diinisiasi cahaya dan (3) oksidasi oleh panas. Lipid (trigliserida) tersusun baik oleh asam lemak jenuh dan asam lemak tidak jenuh yang rentan rusak oleh oksidasi, sehingga dihasilkan flavor menyimpang (*off-flavor*) selama proses pengolahan atau penyimpanan. Asam lemak jenuh adalah materi yang kekurangan elektron pada atom oksigen (O_2) pada sisi ikatan karbonil ($C=O$), sementara asam lemak tidak jenuh, kekurangan elektron pada sisi ikatan rangkapnya ($C=C$). Kondisi ini menyebabkan asam lemak rentan atas serangan elektron dari radikal bebas melalui peristiwa oksidasi (Brewer, 2011). Pada sisi lain atom karbon (C) dari asam lemak tidak jenuh yang berada diantara dua ikatan rangkap (*allylic*) berpotensi mengabstraksi atom H^\bullet hingga terbentuk radikal alkil diena terkonjugasi (R^\bullet), yang selanjutnya R^\bullet teroksidasi menjadi peroksil radikal (ROO^\bullet) dan hidroperoksida ($ROOH$) dalam fase propagasi. Oksidasi bersifat termodinamika dan dipicu oleh senyawa radikal (Shahidi dan Zhong, 2005; Brewer, 2011).

Penambahan antioksidan sintetis pada lipid dan pangan berminyak adalah metode yang umum dan efektif untuk penghambatan kerusakan oksidatif. Namun penambahan antioksidan sintetis seperti *butylated hydroxyanisole* (BHA), *butylated hydroxytoluene* (BHT), *propyl gallate* (PG), dan *tert-butylhydroquinone* (TBHQ) pada pangan belum sepenuhnya diterima konsumen, karena bersifat toksik dan karsinogenik (Madavi dan Salunke, 1995; Buxian dan Fukuhara, 1997; Baydar, dkk., 2007; Vayupharp dan Laksanalamal, 2011). Antioksidan alami diyakini sebagai antioksidan alternatif yang aman.

Tanaman duwet (*Syzygium cumini* Linn.) nama lainnya *Syzygium jambolanum* Lam., atau *Eugenia cumini* Druce, pada semua kompartemennya dimanfaatkan masyarakat untuk pengobatan tradisional (Sultana, dkk., 2007; Ayyanar dan Babu, 2012; Ahsan, dkk., 2012). Biji duwet merupakan limbah, berpotensi sebagai antioksidan alami pada pangan sebab kaya senyawa polifenolik (Vasi dan Austin, 2009; Peixoto dan Freitas, 2012; Saha dkk., 2013; Rydlewski dkk. 2013). Senyawa polifenolik menunjukkan kemampuan antioksidatifnya melalui tiga mekanisme: (1) *scavenging radical species*, (2) penghambatan enzimatis (pengkelat logam) yang terlibat pada pembentukan radikal bebas serta (3) perlindungan atas oksidan (Jin Dai dan R.J. Mumper, 2010).

Rydleski, (2013) menyatakan biji duwet sumber senyawa fenolik. Ekstrak metanoliknya mengandung senyawa organik setara 411.02 mg-GAE/liter, kulit buahnya setara 227.83 mg-GAE/liter, dan pada daging buah (*flash*) setara 225.56 mg-GAE/liter. Ditambahkan nilai penghambatan 50% radikal DPPH (IC_{50}) ekstrak biji duwet sebesar $15.47 \mu gml^{-1}$. Vasi dan Austin (2009) menyebut *yield* ekstrak biji duwet (bebas etanol 50%) sebesar 12.96 %, dan mengandung senyawa fenolik 27.37 ± 0.18 mg-GAE/g-ekstrak dan flavonoid 14.7 ± 0.09 mg-QE/g-ekstrak, serta memiliki kapasitas antioksidan maksimal 98.92% (RSA-ABTS) dan 52.46% (RSA- NO^\bullet) pada konsentrasi $1000 \mu gml^{-1}$, serta 94.43% (uji FRAP) dan 53.47% (RSA-DPPH) pada konsentrasi $800 \mu gml^{-1}$. Saha dkk. (2013)

menyatakan fenolik total dalam sari buah, pulp dan biji duwet berturut-turut sebesar 6.900, 20.700 dan 21.000 mg-TAE/kg (pelarut metanol).

Di Indonesia berkembang tiga varietas duwet yakni “duwet genthong”, “kerikil” dan “duwet puteh”. Varietas “duwet genthong”, lebih banyak tumbuh secara sporadis di Jawa Tengah dan buahnya dimanfaatkan sebagai buah meja. Musim panen duwet antara bulan Nopember hingga Desember, dengan produktivitas 50-80 kg. buah/musim-pohon. Tujuan penelitian adalah memilih ekstrak dari tiga jenis: etil asetat 85% (v/v), etanol 50% (v/v) dan metanol 50% (v/v), dengan parameter: *yield*, kelompok senyawa fenolik [fenolik total, flavonoid total dan tannin total] dan uji aktivitas antioksidan yang meliputi uji penangkapan radikal DPPH (*radical scavenging activity* 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl), uji reduksi ion Ferik, Fe^{3+} (*ferric reduction antioxidant power*- FRAP) dan uji penghambatan peroksidasi asam lemak linoleat atas ekstrak yang diperoleh. Ketiga jenis ekstrak tersebut telah direkomendasikan oleh beberapa peneliti sebelumnya sebagai ekstrak yang efektif untuk ekstraksi senyawa polifenolik dari biji duwet (Vasi dan Austin, 2009) pada biji anggur Vayuparp dan Laksanalamal, (2012).;

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan penelitian berupa bubuk kering biji duwet (*Syzygium cumini* Linn.) varietas “Genthong”, kadar air $\leq 14\%$, lolos ayakan ≥ 80 mesh, diperoleh dari penggilingan (*cutting mill*) bagian kernel. Diperoleh dari buah duwet segar dan masak optimal (warna ungu-kehitaman) yang dipetik dari tanaman duwet milik warga di Jl. Cempedak, Lamper Kidul, Kota Semarang, Jawa Tengah, yang sudah teridentifikasi secara taksonomi (*authenticating*) di Laboratorium Taksonomi Tanaman, Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada (UGM), Yogyakarta.

Bahan kimia meliputi etanol, metanol, etyl acetat. *Folin Ciocalteu reagent*, gallic acid (Sigma Chemical Co. St. Louis USA), asam askorbat, tannic acid (Sigma), quercetin (Waco Pure Chemical Industry-Osaka Japan), *butylated hydroxyanisole* –BHA (Sigma Chemical Co.), *aqueous* Na_2CO_3 , Tween-40, HCl, buffer fosfat pH 7, Ferrous Chlorida (FeCl_2), Ferric Chloride (FeCl_3), amonium thiocyanat, $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$, trichloroacetic acid (TCA), tungstophosphoric acid, 2,2-diphenyl-1-picryl hydroxyl radical (DPPH) dan asam lemak linoleat. Semua bahan kimia yang dipakai berkategori analisis (*analytical grade*) dan teknis. Peralatan meliputi pengering tipe kabinet (*cabinet dryer*), mesin penggiling (*cutting mill*), ayakan Tyler, *a rotary vacuum evaporator* (IKA-RV 10 basic), vortex, inkubator, *water-bath shaker* (Julabo SW 22), *UV-Visible spectrophotometer* (UV-1601 Shimadzu) dan HPLC.

Analisis Proksimat Daging Buah dan Tepung Biji Duwet (TBD)

Analisis daging buah dan tepung biji duwet (TBD) meliputi: analisis kadar air secara termogravimetri menurut (AOAC, 2005), protein menurut (AOAC, 2005), lemak (AOAC, 2005), serat kasar (AOAC, 2005), abu (AOAC, 2005), jenis gula (sukrosa, glukosa,

galaktosadan fruktosa) dengan HPLC dan kandungan mineral: Ca, Cu, Fe, Mg, Na, K dan P dengan metode *Atomic Absorption Spectroscopy* –AAS (AOAC, 2005).

Ekstraksi Biji Duwet

TBD diekstrak dengan pelarut metanol/air, 50% (v/v), etanol/air 50%, (v/v), dan etil-asetat 85% (v/v) menurut (Vasi dan Austin, 2009). Sebanyak 25 gram TBD diekstraksi berulang (3x) dengan pelarut yang sama pada rasio bahan : pelarut (1:10) secara maserasi 6 jam, suhu ruang ($28 \pm 2^\circ\text{C}$) dengan *water-bath shaker* (Julabo SW 22, 100 rpm). Ekstrak dipekatkan dengan *a rotary vacuum evaporator*, hingga diperoleh cairan kental (*crude solid extract*) dan dikering bekukan dengan *freeze dryer* (Virtis SP Scientific Sentry 2.0) dilanjutkan dengan penyemprotan dengan gas nitrogen sampai diperoleh ekstrak biji duwet bebas pelarut (EBD). EBD disimpan pada suhu beku (-20°C) untuk pemakaian berikutnya. Tiap eksperimen dilakukan tiga kali ulangan.

Analisis Senyawa dan Aktivitas Antioksidan

EBD ditera *yield*(%), senyawa fenolik dan flavonoid total menurut (Ebrahimzadeh, dkk. 2008) dan peneraan tanin total menurut, (Palici, dkk. 2005). Pada EBD dilakukan pula uji aktivitas antioksidan metode *radical scavenging activity*-DPPH menurut Vasi dan Austin (2009), *ferric reducing power* (FRAP) menurut Vasi dan Austin (2009), *linoleic acid peroxidation* menurut (Jayaprakasha, dkk., 2001). Data dianalisis secara statistik untuk dipilih ekstrak yang menghasilkan *yield*, kelompok senyawa fenolik terbesar dan aktivitas antioksidan terkuat untuk dilakukan fraksinasi dan identifikasi jenis senyawa fenoliknya dan aplikasi sebagai antioksidan alami pada minyak ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*).

Penentuan Kadar Senyawa Fenolik

Kadar senyawa fenolik total EBD ditera secara spektrometri dengan metode pewarnaan *Folin-Ciocalteu Reagent* (FCR) pada absorbansi $\lambda=765$ nm dengan *gallic acid* sebagai standarnya menurut (Ebrahimzadeh, dkk. 2008), dan dinyatakan sebagai (g GAE/100 g.EBD). Kadar senyawa flavonoid total ditera secara spektrometri pada absorbansi $\lambda=415$ nm dengan *quercetine* sebagai standarnya menurut (Ebrahimzadeh, dkk., 2008 dan Vasi dan Austin, 2009), dinyatakan dalam persen (g.QE/100g.EBD). Kadar senyawa tanin total ditera secara spektrometri pada absorbansi $\lambda=725$ nm dengan *tannic acid* sebagai standarmenurut (Palici, dkk., 2005) dinyatakan dalam persen (%) sebagai g. TAE/100 g. EBD.

Pengukuran Radical Scavenging Activity (RSA)-DPPH

Pengukuran *radical scavenging activity* (RSA)-DPPH EBD dikerjakan menurut prosedur Vasi dan Austin, (2009). Secara ringkas sebanyak 0.5 mL EBD berbagai konsentrasi (10,25,50, 75,100, 150 dan 200 ppm) dalam etanol 50% + 0,5 mL 2,2-diphenyl-1-picryl hydroxyl radical (DPPH)-100 μM , diinkubasi di dalam ruang gelap pada suhu ruang ($37 \pm 2^\circ\text{C}$) selama 30 menit. *Scavenging activity* radikal DPPH diamati dengan membaca absorbansinya pada $\lambda=517$ nm UV-Vis spectrometer (UV-1601 Shimadzu). Eksperimen

dilakukan dengan tiga kali ulangan. Vitamin C, BHA dan quercetin dipakai sebagai pembanding. Aktivitas penangkapan radikal bebas DPPH dapat dihitung dengan persamaan Vasi dan Austin (2009):

$$\text{RSA-DPPH (\%)} = 1 - [\text{Nilai } \Delta \text{ absorbansi sampel} / \text{Nilai } \Delta \text{ absorbansi kontrol}] \times 100 \% \quad \text{----- (1)}$$

Pengukuran Daya Reduksi ion Feri (Fe^{+3})

Kemampuan mereduksi ion ferik, Fe^{+3} , *ferric reducing antioxidant power* (FRAP) dipakai sebagai indikator aktivitas transfer elektron senyawa fenolik Vasi dan Austin, (2009). Ringkasnya sebanyak 2.5 ml EBD berbagai konsentrasi (50, 100, 200, 400, 800 dan 1000 ppm) dalam etanol ditambah 2.5 mL buffer pospat 0.2 M, pH=6.6 ditambahkan 2.5 mL $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ sebesar 1%. Campuran tersebut diinkubasi pada suhu 50°C selama 20 menit, selanjutnya ditambahkan 2,5 mL trichloroacetic acid (TCA) 10% untuk menghentikan rekasi. Campuran selanjutnya dilakukan sentrifugasi (*vortex*) pada 3.000 rpm selama 10 menit. Dari campuran diambil 2.5 mL supernatan, ditambahkan padanya 2.5 mL aquades dan 0.5 mL feri klorida (FeCl_3) 0.1%. Kemampuan mereduksi sampel ditera dengan pengukuran absorbansi pada $\lambda=700$ nm. Peningkatan absorbansi sebagai indikator peningkatan ndaya mereduksi. Sebagai pembanding daya mereduksi sampel digunakan vitamin C.

Aktivitas Antioksidan dengan Metode Peroksidasi Asam Linoleat

Untuk mengetahui aktivitas penghambatan oksidasi dilakukan dengan metode peroksidasi asam lemak linoleat menurut Jayaprakasha, dkk. (2001). Secara ringkas diawali dengan pembuatan emulsi asam lemak linoleat. Sebanyak 0.28 gram asam linoleat, 0.28 gram Tween-40 dan 50 mL buffer phosphate (0.2 M-pH = 7.0) dicampur dan dihomogenisasi. Sebanyak 0.5 mL larutan EBD (Met-OH 60%) dalam berbagai konsentrasi (50-800 ppm), dicampur dengan 2.50 mL emulsi asam linoleat dan 2.5 mL buffer phosphate (0.2 M/pH = 7,0) dan diinkubasi pada suhu 37 °C, selama 120 jam (5 hari). Sampel kontrol disiapkan seperti diuraikan di atas, tanpa EBD. Sebanyak 0,1 mL (diambil dari cairan yang diinkubasi) pada interval 24 jam dicampur dengan 5 mL etanol 75%, 0,1 mL ammonium thiocyanate 30%, dan 0,1 mL larutan 20 mM Ferrous Chloride (FeCl_2) dalam 3,5% HCl. Campuran tersebut diinkubasi dalam suhu ruang selama 3 menit. Pada campuran akan terbentuk warna merah bata dan tera absorbansinya pada $\lambda= 500$ nm. BHA dan quercetin dipakai sebagai pembanding. Aktivitas antioksidan dapat dihitung dengan persamaan Jayaprakasha, dkk. (2001):

Aktivitas Antioksidan

$$= 100 - \left[\frac{(\text{Perubahan nilai OD sampel})}{(\text{Perubahan nilai OD kontrol})} \right] \times 100 \quad \text{----- (2)}$$

Analisis Data

Data disajikan dalam format rata-rata \pm SD. Analisis statistik menggunakan *one-way Anova* dengan tingkat signifikansi 95% dan bila ada perbedaan nyata antarperlakuan dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) dengan program statistik SPSS 21 for Windows, SPSS Inc. Chicago, USA. Analisis regresi diterapkan untuk melihat korelasi antar variabel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisikokimia Buah dan Biji Duwet

Identifikasi sifat fisik dan kimiabuah dan biji duwet (*Syzygium cumini* Linn.) varietas "Genthong", terlihat pada Tabel 1. Identifikasi sifat fisikokimia diperlukan untuk memberikan diskripsi duwet varietas "Genthong" lebih komprehensif. Sedangkan identifikasi sifat kimia biji duwet bertujuan untuk menyediakan data yang dimungkinkan korelatif dengan sifat antioksidatifnya.

Tabel 1. Sifat fisikokimia duwet varietas "Genthong"

Sifat Fisik	Buah Duwet	Referensi**	Biji Duwet
Bentuk	Oblong	Bulat-Oblong	Oblong
Berat (g/buah)	8.06 \pm 1.21	4.8-17.6	1.67 \pm 0.31
Panjang (cm)	3.08 \pm 0.17	2.22-4.51	2.18 \pm 0.15
Lebar/ ϕ (cm)	2.07 \pm 0.11	1.66-3.04	1.03 \pm 0.05
Warna (*L; a*; b*)	28.85; 2.44; -0.33	Ungu-Hitam	63.92; 2.67; 9.88
Sifat Kimia	Pulp	Pulp	TBD
Air (%)	87.87 \pm 0.37	85.9 \pm 1,4	14.45 \pm 0.22
Protein, fk=6,25 (%)	4.13 \pm 0.24	1.4 \pm 0.7	5.67 \pm 0.08
Lipid (%)	0.67 \pm 0.08	0.6 \pm 0.2	0.66 \pm 0.02
Abu (%)	0.30 \pm 0.01	< 0.22 \pm 0.04	3.82 \pm 0.04
Karbohidrat Total (%)	7.96 \pm 0.15	16.6 \pm 1.2	75.4 \pm 15
Serat Tidak Terlarut (%)	1.32 \pm 0.15	0.6 \pm 0.06	1.24 \pm 0.17
Sukrosa (ppm)	2120	95500	*
Fruktosa (ppm)	37743	57500	*
Galaktosa (ppm)	< 29.85	52500	*
Glukosa (ppm)	33394	20000	*
Vitamin C (ppm)	845.1 \pm 8.3	30 \pm 6.9	*
Mg (ppm)	145.1 \pm 1.0	498 \pm 12	2161.5 \pm 16.6
Na (ppm)	33.2 \pm 6.9	35 \pm 8	115.2 \pm 2.45
Ca (ppm)	279.2 \pm 16.4	215 \pm 15	86.6 \pm 0.9
K (ppm)	1459.1 \pm 211	1300 \pm 80	8812.8 \pm 60.8
P (ppm)	731.3 \pm 99.7	185 \pm 28	35.8 \pm 4.8
Fe (ppm)	*	1.5 \pm 0.1	136.8 \pm 0.19
Cu (ppm)	*	0.7 \pm 0.2	5.0 \pm 0.28

Keterangan: * = tidak dilakukan analisa/tidak ada data ** = Baliga, dkk. (2011)

Keterangan: * = Fenolik Total (g-GAE/100 g-ekstrak), ** = Flavonoid total (g-QE/100g-ekstrak), *** = Tanin total (g-TAE/100g-ekstrak) dan RSA-DPPH (%) pada 100 ppm, FRAP (OD) pada 400 ppm dan penghambatan lipoksidasi asam linoleat (%) pada 400 ppm. Notasi huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan nyata pada tingkat kepercayaan 95% ($p < 0,05$).

Sifat fisikokimia buahnya sedikit berbeda dengan yang disampaikan (Baliga, dkk., 2011 dan Swami, dkk., 2012), hal ini disebabkan perbedaan varietas duwet, usia petik dan lokasi tumbuhnya. Gula jenis fruktosa dan glukosa pada duwet "Genthong", cukup dominan dan sebaliknya sedikit sukrosa maupun galaktosa. Hal ini sesuai dengan yang dilaporkan Saha, dkk., (2013) bahwa dua jenis gula fruktosa dan glukosa cukup dominan pada buah duwet. Jumlah vitamin C pada daging buahnya moderat, sementara mineral kalium (K), magnesium (Mg), dan besi (Fe) jumlahnya cukup besar terutama pada biji duwet.

Yield Ekstraksi Tepung Biji Duwet

Nilai *yield* ekstraksi TBD dengan tiga ekstrak masing-masing etil asetat 85% (EtO-Ac), metanol 50% (Met-OH) dan etanol 50% (Et-OH) berturut-turut adalah 3.53 ± 0.72 % (db), 16.29 ± 0.50 dan 14.2 ± 0.56 % (*dry-basis*) ditunjukkan pada Tabel 2. Tampak bahwa pengaruh ekstrak atas rendemen yang diperoleh berbeda nyata ($P < 0.05$), ekstrak metanol 50% dihasilkan rendemen tertinggi. Sifat polaritas ekstrak yang berbeda, berpengaruh atas pencapaian *yield*. Diketahui metanol 50% adalah ekstrak terpolar diantara ketiganya. Hasil serupa ditunjukkan oleh Sultana, dkk. (2007) yang menggunakan pelarut metanol 80%, etanol 80% dan aseton 80% untuk mengekstrak senyawa fenolik dari kulit kayu duwet (*Syzygium cumini* Linn.), yang mana *yield* yang dihasilkan oleh metanol 80% tertinggi, yakni berturut-turut 14.1 ± 0.56 %, 13.5 ± 0.27 dan 3.60 ± 0.11 %. Vasi dan Austin (2009) menyebutkannya *yield* ekstrak biji duwet dengan pelarut etanol 50% sebesar 12.96 %. Perbedaan nilai dengan hasil di atas dimungkinkan karena perbedaan varietas duwet yang digunakan.

Tabel 2. Karakteristik EBD yang dihasilkan dari tiga pelarut

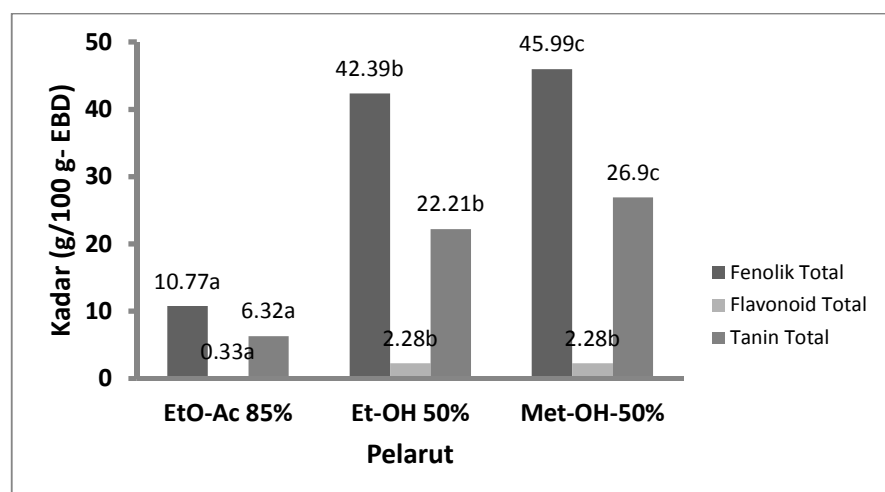
Kadar Senyawa Polifenolik

Analisis kuantitatif komposisi senyawa polifenolik dari ekstrak biji duwet (EBD) yang

Ekstrak	Yield (%)	Fenolik total* (%)	Flavonoid total** (%)	Tanin total*** (%)	RSA-DPPH (%)	FRAP (OD)	Penghambatan Oksidasi (%)
EtO-Ac85	$3.53 \pm 0.72a$	$10.77 \pm 0.28a$	$0.33 \pm 0.002a$	$6.32 \pm 0.26a$	87.85a	2.97a	52.75c
Et-OH50	$14.2 \pm 0.56b$	$42.39 \pm 0.17b$	$2.28 \pm 0.06b$	$22.21 \pm 0.10b$	90.59b	2.82a	52.25c
Met-OH50	$16.29 \pm 0.5b$	$45.99 \pm 0.25c$	$2.28 \pm 0.07b$	$26.90 \pm 0.07c$	91.90b	2.84a	49.17ab

diperoleh diekspresikan dengan tiga cara, yakni ekuivalensi asam galat (*gallic acid equivalen-GAE*) untuk fenolik total dengan kurva standar $y = 7.144x - 0.034$, $r^2 = 0.986$, ekuivalensi kuersetin (*quercetin equivalen-QE*) untuk flavonoid total dengan kurva standar

$y = 1.364x + 0.006$, $r^2 = 0.996$ dan ekuivalensi asam tanat (*tannic acid equivalen-TAE*) untuk senyawa tanin total dengan kurva standar, $y = 7.441x + 0.033$, $r^2 = 0.991$. Nilai ketiganya untuk tiap ekstrak adalah: Ekstrak etil asetat 85%, sebesar 10.77 ± 0.28 % (g GAE/100 g EBD); 0.33 ± 0.001 % (g QE/100 g-EBD) dan 6.32 ± 0.26 % (g TAE/100 g-EBD). Untuk ekstrak etanol 50% beturut-turut 42.39 ± 0.17 % (g-GAE/100 g-EBD); 2.28 ± 0.06 % (gQE/100 g-EBD) dan 22.21 ± 0.1 % (g-TAE/100 g-EBD). Sedangkan untuk ekstrak metanol 50%, 45.99 ± 0.25 % (g-GAE/100 g-EBD); 2.28 ± 0.07 % (g-QE/100 g-EBD) dan setara 26.9 ± 0.07 % (g-TAE/100 g-EBD), terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kelompok senyawa polifenolik EBD dari tiga ekstrak berbeda.

Ket : Huruf yang berbeda pada kolom kelompok senyawa polifenolik yang sama menunjukkan ada perbedaan nyata ($p < 0,05$).

Kadar kelompok senyawa polifenolik ekstrak dari ketiga jenis ekstrak tersebut menunjukkan adanya perbedaan nyata ($P < 0.05$) antar perlakuan atas uji fenolik total, tanin total dan flavonoid total, kecuali antara pelarut etanol 50% dengan metanol 50% atas uji total flavonoid. Berdasarkan hasil tersebut terbukti, bahwa biji duwet merupakan sumber senyawa polifenolik (fenolik), seperti dikatakan para peneliti sebelumnya (Vasi dan Austin, 2009; Peixoto dan Freitas, 2012; Saha dkk., 2013).

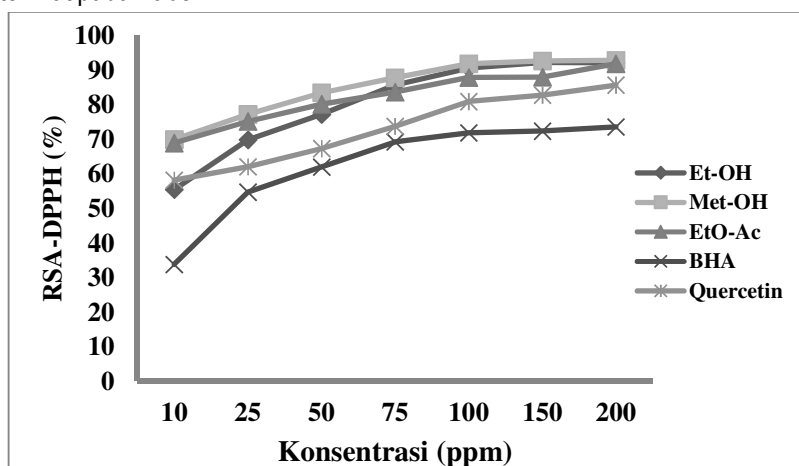
Hasil tersebut jauh lebih tinggi dibanding yang dilaporkan Vasi dan Austin (2009). Dikemukakan ekstrak biji duwet bebas pelarut Et-OH50% terkomposisi oleh senyawa fenolik setara 2.74 ± 0.02 g-GAE/100 g-ekstrak dan flavonoid, 1.47 ± 0.09 g-QE/100 g-ekstrak. Sedangkan Rydleski, (2013) melaporkan ekstrak biji duwet bebas pelarut metanol mengandung senyawa fenolik setara 411.02 mg GAE/L dan 61.68 mg QE/L. Sedangkan Saha, dkk., (2013) menyatakan kandungan tanin biji duwet 21000 mg TAE/kg (ppm) dibanding 43816 mg TAE/kg (ppm) yang setara dengan 26.90 % (g-TAE/100 g-EBD). Hal ini dimungkinkan karena perbedaan varietas, lokasi tumbuh dan kemasakan buah (Vasi dan Austin, 2009; Vayuparp dan Laksanalamal, 2012).

Ekstrak etanol 50% biji duwet, bila dikomparasikan dengan ekstrak etanol 50 % biji anggur (*grape seed*), dengan rasio bahan : pelarut (10:1) lama maserasi 6 jam suhu 50°C, maka hasilnya *comparable*, yakni diperoleh *yield* 14.86 ± 0.03 %, dan 32.86 ± 0.04 g GAE/100 g-GSE (Vayuparp dan Laksanalamal, 2012). Jayaprakasha, dkk. (2001) mengatakan ekstraksi senyawa fenolik biji anggur, dengan ekstrak Met-OH memberikan *yield* tertinggi (8.1 ± 0.14 %) dibanding acetone, etil acetat (EtO-Ac), tetapi jauh lebih rendah fraksi flavonoid total dibanding pelarut EtO-Ac dan kombinasinya dengan air. Ditambahkan flavonoid total biji anggur sebesar 54.0 ± 4.86 %. Hal ini menurut penulis berpengaruh atas sifat antioksidatifnya.

Aktivitas Penangkapan Radikal DPPH

DPPH adalah senyawa radikal bebas dan reaktif berwarna violet dan memiliki absorbansi maksimal pada $\lambda = 515-528$ nm. Intensitas warna akan mengecil (memudar) menjadi kuning seiring dengan transfer proton dari pendonor atom hidrogen utamanya senyawa fenolik. Semakin meningkat proses hidroksilasi (*hydrogen atom transfer*), maka dikatakan aktivitas penangkapan radikal DPPH (*radical scavenging activity-DPPH*) oleh senyawa dimaksud makin kuat (Sultana, dkk., 2007; Vasi dan Austin, 2009; Jin Dai dan R.J. Mumper, 2010).

Dari ketiga EBD dengan ekstrak EtO-Ac85%, Et-OH50% dan Met-OH50% serta dikomparasi dengan antioksidan BHA dan kuercetin, tampak bahwa ketiga EBD lebih besar aktivitas penangkapan radikal bebas DPPH dibanding BHA dan kuercetin, seperti ditunjukkan oleh Gambar 2. Aktivitas penangkapan radikal bebas DPPH dari ekstrak Met-OH50% paling kuat dan berbeda nyata ($p < 0,05$) dibanding ekstrak lain dan BHA serta kuercetin, tetapi tidak berbeda nyata ($p < 0,05$) dengan ekstrak Et-OH-50% pada 100 ppm seperti terlihat pada Tabel 2.



Gambar 2. Aktivitas penangkapan radikal bebas DPPH oleh ketiga EBD (Et-OH 50%, Met-OH 50% EtO-Ac 85%), BHA dan quercetin.

Hal demikian disebabkan kadar dan ragam kelompok senyawa polifenolik (fenolik) pada ekstrak Met-OH50 % lebih besar dibandingkan dua ekstrak lainnya dan lebih beragam, sementara BHA dan kuercetin adalah senyawa tunggal. Dari Gambar 2 diketahui nilai koefisien korelatif (r), tiap-tiap EBD atas uji RSA-DPPH adalah sebagai berikut: Et-OH50% ($r=0.904$), Me-OH50% ($r=0.86$), EtO-Ac 85% ($r=0.91$) dan quercetin ($r=0.94$) serta BHA ($r=0.83$).

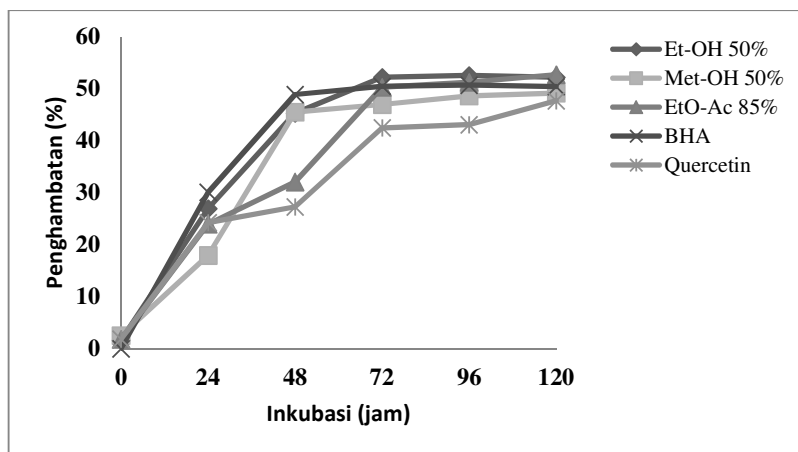
Aktivitas Mereduksi ion Feri (Fe^{3+})

Kemampuan mereduksi ion Feri (Fe^{3+}) menjadi Fero (Fe^{2+}) oleh senyawa organik korelatif dengan kapasitas antioksidannya (Jayaprakasha, dkk., 2001). Tabel 2, memperlihatkan hasil uji reduksi ion Feri (*ferric reducing power*-FRAP) dari tiga jenis ekstrak (EtO-AC85%; Et-OH50% dan Met-OH50 %) pada konsentrasi 400 $\mu\text{g/mL}$ berdasarkan metode reduksi potasiumferisianida ($\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$) yang nilai absorbansinya (OD) 2.97, 2.82 dan 2.84. Tidak ada perbedaan yang nyata ($p < 0,05$) nilai OD ketiganya dan juga dengan vitamin C. Artinya baik ketiga ekstrak dan vitamin C memiliki kemampuan mereduksi setarahnya pada konsentrasi 400 $\mu\text{g/mL}$. Jika konsentrasi ekstrak dinaikkan (1000 $\mu\text{g/mL}$), tampak ketiga ekstrak menunjukkan peningkatan nilai OD hingga 3.2, namun tidak untuk vitamin C.

Kadar tanin pada ketiga ekstrak diduga kuat berkontribusi pada uji RSA-DPPH dan FRAP yang tinggi. Zhang dan Lin, (2009) mengatakan tanin pada buah duwet memiliki sifat antioksidatif yang baik pada uji DPPH dan reduksi ion Feri (FRAP) dan berasosiasi dengan senyawa reduktor (Brewer, 2011). Gordon, (1990) menjelaskan sifat antioksidatif reduktor (*reductones*) berdasarkan pada mekanisme pemutusan rantai radikal bebas (*breaking of the free radical -chain*) dengan cara mendonasikan atom hidrogen. Reduktor juga bereaksi dengan prekursor peroksida, sehingga secara tidak langsung mencegah formasi pembentukan peroksida. Data-data dari penelitian ini mengindikasikan bahwa sifat antioksidatif EBD dihasilkan dari sifat penangkapan radikal bebas dan kekuatan pereduksi. Hal ini sejalan dengan pendapat Zhang dan Lin, (2009) bahwa sifat antioksidatif yang kuat buah duwet (*whole fruit*) disebabkan oleh kandungan tanin yang tinggi.

Peroksidasi Asam Lemak Linoleat

Sifat antioksidatif EBD, kuersetin dan BHA pada konsentrasi 400 ppm ditentukan melalui lipoksidasi emulsi asam lemak linoleat sesuai metode Jayaprakasha, dkk. (2001) yang dipresentasikan pada Gambar 3. Dari gambar tersebut tampak bahwa ketiga EBD menunjukkan daya hambat peroksidasi berkisar 49-52 persen dibanding kontrol. Nilai tersebut setara dengan penghambatan antioksidan sintetik BHA dan lebih kuat dibanding kuersetin (47.7%).



Gambar 3. Nilai penghambatan (%) EBD (Et-OH 50%, Met-OH 50%, EtO-Ac 85%), BHA dan Quercetin pada peroksidasi asam linoleat 400 ppm selama inkubasi 120 jam.

Radikal asam lemak linoleat ($R\cdot$) yang terbentuk akibat abstraksi atom H dari salah satu *diallylic methylen group*, mudah teroksidasi membentuk radikal peroksida ($ROO\cdot$). Mekanisme antioksidan EBD pada penghambatan peroksidasi lipid adalah dengan caramencegah dan atau menghambat peroksidasi asam lemak linoleat dengan monitoring pembentukan senyawa feri-thiocianat kompleks sebagai produk sekunder dekomposisi hidroperoksida yang diukur secara spektrometri absorbansinya pada $\lambda = 500$ nm (Hua- Ming, dkk. 1996; Jayaprakasha, dkk., 2001).

Setelah inkubasi 96 jam, tampak nilai penghambatan semua ekstrak menurun, dan formasi pembentukan peroksida terhenti. Hal ini disebabkan sudah tidak tersedia substrat (asam lemak linoleat) juga dimungkinkan karena produk intermediet terkonversi menjadi produk akhir yang stabil. Tidak tersedianya hidroperoksida sekaligus berakhirnya oksidasi fero sulfat menjadi feri sulfat dan feri-thiocianat kompleks (Jayaprakasha, dkk. 2001).

Ekstrak etil acetat 85%, etanol 50% dan metanol 50% biji duwet, bilamana dikomparasikan dengan aktivitas penghambatan peroksidasi lipid pada ekstrak kulit pohon duwet (*bark*) bebas etanol 80% dan methanol 80% senilai 80-90 % (Sultana, dkk., 2007), maka data-data pada Tabel 2 tampak lebih rendah. Demikian juga bila dikomparasikan dengan penghambatan oksidasi lipid oleh ekstrak biji anggur yang nilainya mencapai 86% (Jayaprakasha, dkk., 2001). Hal ini diduga disebabkan perbedaan komposisi dan jumlah senyawa fenoliknya. Disebutkan Jayaprakasha, dkk. (2001) nilai flavonoid total pada ekstrak biji anggur (*Vitis vinifera*) bebas pelarut etil asetat sebesar 54.0 ± 4.86 %.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini terbukti bahwa biji duwet (*Syzygium cumini* Linn.) sumber senyawa polifenolik yang bersifat antioksidan. Sifat antioksidatif EBD adalah kuat pada uji penangkapan radikal bebas DPPH (*radical scavenging activity-DPPH*) dan pereduksi ion Feri (Fe^{3+}). Dari ekstrak Met-OH 50% diperoleh *yield* terbesar 16.29 % (db.) dan kelompok

fenoliknya adalah 45.99 ± 0.25 % fenolik total (g-GAE/100 g-EBD); 2.28 ± 0.07 % flavonoid total (g-QE/100 g-EBD) dan 26.9 ± 0.07 % tannin total (g-TAE/100g-EBD).

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini saya mengucapkan terimakasih kepada Kopertis Wilayah VI Semarang yang telah memfasilitasi penelitian ini dengan Hibah Penelitian 2015 *Batch 1* melalui skema Penelitian Disertasi Doktor dari Kementerian Ristek dan Pendidikan Tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 2005. *AOAC Official Methods of Analysis*. 18th ed. AOAC Intern. Maryland, USA.
- Ayyanar, M. dan Pandurangan Subash-Babu. 2012. *Syzygium cumini* (L.): A review of its phytochemical constituents and traditional uses. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. 2(3): 240-246.
- Baliga, M.S., Harshith P. Baht, Bantwal Raghavendra Vittals Baliga, Rajesh Wilson dan Princy Louis Palatty. 2011. Phytochemistry, tradisional uses and pharmacology of *Eugenia jambolana* Lam. (black plum). *Rev. Food Research International*. 44 (1776-1789).
- Baydar, NG., Ozkan G, dan Yasar S. 2007. Evaluation of the antiradical and antioxidant potential of grape extract. *Food Control*. Vol. 18: (1131-1136)
- Brewer, M.S. 2011. Natural Antioxidant: Source, Compounds, Mechanisms of Action, and Potential Application. *Comprehensive Reviews. Food Science and Food Safety*. 10: 221-247.
- Buxiang, S., dan Fukuhara, M. 1997. Effect of co-administration of butylated hydroxytoluene, butylated hydroxyanisole and flavonoids on the activation of mutagens and drugs-metabolizing enzymes in mice. *Journal Toxicology* 122(2-4) hal. 61-72.
- Ebrahimzadeh, M. Ali, Feresteh P., dan Samira Hafezi. 2008. Antioxidant activities of Iranian Corn Silk. *Turk Journal Biol*. 32: 43-49.
- Faria, Adelia F., Marcella C. Marques dan Adriana Z. Mercadante. 2011. Identification of bioactive compounds from jambolao (*Syzygium cumini*) and antioxidant capacity evaluation in different pH conditions. *Journal Food Chemistry* 126: 1571-1579.
- Gordon, M.F. 1990. The mechanism of antioxidant action in vitro. *Dalam: J.F. Hudson* (ed.). *Food Antioxidant*, hal. (1-18). Elsevier Applied Science, London.
- Jayaprakasha, G.K., R.P. Singh dan K.K. Sakariah. 2001. Antioxidant activity of grape seed (*Vitis vinifera*) extracts on peroxidation models in vitro. *Food Chemistry*. 73: 285-290.
- Jin Dai dan Russel J. Mumper. 2010. Plant Phenolics: Extraction, Analysis and Their antioxidant and Anticancer Properties (Review). *Molecules*. No. 15 (7313-7352). ISSN 1420-3049. www.mdpi.com/journal/molecules. [20 Juni 2014].
- Madavi, D.L. dan Salunkhe, D.K. 1995. Toxicological aspect of food antioxidant. In Madavi, D.L., S.S. Deshpande dan D.K. Salunkhe (ed.). *Food Antioxidant*. Marcel Decker Inc., NY.

- Maqsood, Sajid. 2010. Maximized uses of Phenolic compound in retardation of Lipid Oxidation and Shelf-life Extension of Fish and Fish Product. A thesis submitted in Fulfillment of the Requirements of Degree of Doctor of Philosophy in Food Science and Technology Prince of Songkla University.
- Palici, I., B. Tita, L. Ursica dan D. Tita. 2005. Method for Quantitative Determination of Polyphenolic Compounds and Tannins from Vegetal Products. *Acta Universitatis Cibiniensis Seria F. Chemia*. 8:21-32.
- Peixoto, Maria Paula G dan Luis A.P. Freitas. 2012. Spray-dried extracts from *Syzygium cumini* seed: physicochemical and biological evaluation. *Brazilian Journal of Pharmacognosy* 23(1): 145-152.
- Rydlowski, Adriela A., Damila Rodrigues de Moraes, Eliza Mariane Rotta, Jesus Vergilio Visentainer. 2013. Evaluation of Antioxidant Activity of Methanolic Extract of Seed, Peel, and Pulp of Jambolan (*Syzygium Cumini*). Agricultural Science Center of State University of Marings, Colombo. <http://www.lufos.org>. [10 September 2013].
- Saha, Repon K., Naveed Mahmood Zaman dan Priyanka Roy. 2013. Comparative evaluation of the medicinal activities of methanolic extract of seed, fruit pulp and fresh juice of *Syzygium cumini* in vitro. *Journal of coastal Medicine*. 1 (4): 288-296.
- Shahidi, F., dan Ying Zhong. 2005. *Antioxidants: Regulatory Status. Bailey's Industrial Oil and Fats Products*. 6th ed. 6:257-285. John Wiley and Sons Inc, Canada.
- Sultana, Bushra, Anwar, Farooq dan Przybylski, Roman. 2007. Antioxidant activity of phenolic components present in bark of *Azadirachta indica*, *Terminalia arjuna*, *Acacia nilotica* dan *Eugenia jambolana* Lam. *Trees. Food Chemistry* 104:1106-1114. www.sciencedirect.com. [2 Februari 2013].
- Swami, Shrikant B., Nayan Singh J. Thakor, Meghatai M. Patil dan Parag M. Haldankar. 2012. Jamun (*Syzygium cumini* L.): A Review of Its Food and Medicinal Uses. *Food and Nutrition Science*. 3 (1100-1117). <http://www.SciRP.org/journal/> [23 Mei 2013].
- Vayupharap, Benjaruk dan Varaporn Laksanalamal. 2012. Recovery of Antioxidant from Grape Seeds and its Application in Fried Food. *Journal Food Process Technology*. 3 (4):1-6.
- Vasi, Sunila, dan Anoop Austin. 2009. Antioxidant Potential of *Eugenia jambolana* Lam. Seeds. *Journal of Biological Sciences* 9(8): 894-898.
- Zhang, Liang L., dan Yi Ming Lin. 2009. Antioxidant tannins from *Syzygium cumini* fruit. *African Journal of Biotechnology*. 8(10):2301-2309. www.academicjournals.org/AJB. [26 Agustus 2014].

T4-MG 15

PERUBAHAN KIMIAWI KACANG TANAH (*Arachis hypogaea* L.) PADA BERBAGAI KEMASAN SELAMA PENYIMPANAN*Chemical Change Of Peanut (*Arachis Hypogaea* L.) In Various Packaging During Storage*Choirul Anam¹⁾, Windi Atmaka¹⁾, Ratna Sari Dewi ²⁾

1) Staf Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, UNS Surakarta

2.) Mahasiswa Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, UNS Surakarta.

Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan,

Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret

Jl Ir. Sutami 36 A Kentingan Surakarta, Jawa Tengah, Indonesia

Email : Dikchoir@yahoo.com

ABSTRACT

Damage of food is any change in the physical, chemical, or organoleptic (sensory) are denied consumers the food is still fresh and that has undergone processing. This research aims at investigating the effects of packaging material on chemical properties of peanut (*Arachis hypogaea* L.) during storage. Type of packaging peanuts this study using a basket, burlap sack, sack of rice. Observations were made on days 0,15, 30, 45, 60, 75, and 90. The parameters used in this study, the moisture content, ash content, carbohydrates, fats, proteins, and TBA (thiobarbituric acid). The analysis shows that the types of packaging affect the level of moisture, ash, carbohydrates, fats, proteins, and TBA (thiobarbituric acid) of peanuts (*Arachis hypogaea* L.). The changes observed in the study were a higher level of water content and carbohydrate, whereas the content of ash, fat, protein and TBA were decreased during peanut storage. These findings can be further explained by the size of the pores of the packaging. Large size of pore facilitates the flow of air or water into peanut pods. Hence, the amount of oxygen used in the respiration and activities of microorganisms depends on the rate of absorption of oxygen facilitated by the type of packaging used to store the peanut pods. An airtight container will reduce significantly the flow of oxygen into the container, hence the microorganism have limited supply of oxygen, and so, have limited respiration and activities. This study shows that, in comparison to other types of packaging, woven bamboo packaging led to the largest decrease in the chemical properties of peanut pods. The best packaging (material) to prevent the decrease in chemical properties of peanut pods is cotton sack.

Keywords: peanut storage, types of packaging,

ABSTRAK

Kerusakan pangan merupakan setiap perubahan sifat fisik, kimiawi, atau organoleptik (sensorik) yang ditolak konsumen pada bahan pangan yang masih segar maupun yang telah mengalami pengolahan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis kemasan terhadap perubahan sifat kimiawi kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) selama penyimpanan. Jenis kemasan kacang tanah penelitian ini menggunakan tenggok, karung goni, karung beras. Pengamatan dilakukan pada hari ke-0,15, 30, 45, 60, 75, dan 90. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu kadar air, kadar abu, karbohidrat, lemak, protein, dan TBA (Thiobarbituric acid). Hasil analisis menunjukkan bahwa jenis pengemas berpengaruh terhadap kadar air, abu, karbohidrat, lemak, protein, dan TBA (Thiobarbituric acid) kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.).

Peningkatan terlihat pada kadar air, dan karbohidrat, sedangkan kadar abu, lemak, protein dan TBA mengalami penurunan selama penyimpanan. Jumlah oksigen yang digunakan untuk respirasi dan aktivitas mikroorganisme dalam ruang penyimpanan tergantung pada tingkat kemampuan bahan pengemas menyerap oksigen. Semakin besar ukuran pori-pori pengemas, maka udara atau air dari lingkungan lebih mudah masuk kedalam kacang tanah polong. Bahan pengemas yang kedap udara menyebabkan penyerapan oksigen dari luar sangat rendah, sehingga proses respirasi kacang tanah polong maupun aktivitas mikroorganisme hanya bisa memanfaatkan oksigen yang terdapat dalam kemasan tersebut. Kemasan tenggok menyebabkan kacang tanah polong mengalami penurunan sifat kimiawi terbesar apabila dibandingkan dengan kemasan yang lain. Sedangkan kemasan yang paling baik mencegah penurunan sifat kimia kacang tanah adalah karung beras. .

Kata kunci: penyimpanan kacang tanah, jenis kemasan, tenggok, karung goni, karung beras

PENDAHULUAN

Kebutuhan kacang tanah dari tahun ke tahun terus meningkat sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk, kebutuhan gizi masyarakat, diversifikasi pangan, serta meningkatnya kapasitas industri makanan di Indonesia. Pentingnya peran kacang tanah tersebut terlihat dengan semakin meningkatnya permintaan di dalam negeri dan semakin beragamnya produk-produk olahan berbahan baku kacang tanah yang dihasilkan oleh industri berskala rumah tangga, industri sedang maupun industri besar (Deptan, 2012). Kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) merupakan jenis kacang-kacangan yang banyak dimanfaatkan baik sebagai bahan makanan langsung maupun sebagai bahan baku industri makanan karena mempunyai kandungan gizi yang cukup baik. Sebagai bahan pangan, kacang tanah dapat diolah menjadi kacang garing, kacang goreng, kacang rebus, kacang telur, kacang atom, oncom goreng, dan bumbu kacang tanah. Kacang tanah mengandung minyak, protein, karbohidrat, vitamin (E, K, dan B), dan mineral seperti fosfor, kalsium, magnesium, dan kalium (Dwivedi *et al*, 1996).

Cara penyimpanan yang sering dilakukan di negara kita masih sangat sederhana sehingga kemungkinan besar kacang tanah yang sampai ke tangan konsumen sudah mengalami penurunan mutu yang disebabkan oleh mikroba dan penurunan gizi. Umumnya setelah pemanenan kacang tanah hanya disimpan dalam sistem curah atau menggunakan bak. Akibatnya, terjadi penurunan kandungan kimiawi yang terdapat dalam kacang, memungkinkan produk hasil olahan berbahan dasar kacang akan semakin berkurang manfaatnya.

Bahan pangan akan mengalami perubahan-perubahan selama penyimpanan, dan perubahan ini dapat terjadi baik pada bahan pangan segar maupun pada bahan pangan yang sudah mengalami pengolahan. Perubahan-perubahan yang terjadi dapat berupa perubahan biokimia, kimia atau migrasi unsur-unsur ke dalam bahan pangan. Bahan-bahan pangan segar (belum terolah) misalnya kacang tanah akan mengalami perubahan biokimia setelah bahan-bahan ini dipanen atau dipisahkan dari induknya. Bahan-bahan segar ini umumnya mengandung air yang cukup tinggi sehingga memungkinkan adanya aktifitas enzim dan menyebabkan terjadinya perubahan warna, tekstur, aroma dan nilai gizi bahan.

Kacang tanah merupakan produk pangan yang bersifat *semi perishable*. Pada kondisi optimum, kacang tanah dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama, namun jika kondisi

penyimpanannya tidak optimum maka produk tidak dapat dikonsumsi dalam waktu yang lama. Penurunan kualitas tersebut diakibatkan oleh hilangnya persediaan metabolit kacang tanah selama penyimpanan, degradasi komponen kimia kacang, kerusakan kulit kacang, kerusakan sistem enzimatisnya dan kerusakan sistem genetik. Selama penyimpanan terjadi penurunan kandungan karbohidrat pada kacang tanah yang diikuti dengan proses perombakan gula-gula sederhana. Hal tersebut akan mengakibatkan berkurangnya substrat respirasi pada kacang tanah. Selama penyimpanan terjadi penurunan dan kerusakan protein, kerusakan asam-asam lemak serta terjadi perubahan prosentase kandungan-kandungan mineralnya. Selain itu, menurut Sun dan Leopold (1994), meningkatnya kadar air dan kelembaban menyebabkan kerusakan protein meningkat. Peningkatan aktivitas menyebabkan peningkatan pertumbuhan mikroorganisme dalam bahan yang dapat mempercepat terjadinya ketengikan. Hal tersebut disebabkan oleh mikroorganisme menghidrolisa lemak yang terkandung dalam bahan dan menyebabkan bahan menjadi cepat tengik. Degradasi asam lemak akan mengakibatkan peningkatan kandungan asam lemak bebas yang sangat mudah mengalami oksidasi. Oksidasi asam lemak bebas akan menghasilkan radikal bebas yang sangat reaktif dan dapat merusak lemak yang terkandung dalam kacang tanah, lipoprotein, protein, enzim, dan komponen biologis kacang tanah yang lain (Delouche, 1982). Kacang tanah dengan kandungan total asam lemak bebas yang tinggi akan mengakibatkan rendahnya mutu produk olahan.

Cara dan sarana penanganan pascapanen termasuk penyimpanan kacang tanah yang tidak layak dapat berpengaruh terhadap kualitas kacang tanah. Sehingga diperlukan penanganan kacang tanah dalam hal jenis kemasan penyimpanan untuk mencegah adanya penurunan senyawa gizinya. Dalam penelitian ini jenis kemasan penyimpanan yang digunakan tenggok, karung goni, dan karung beras. Ketiga jenis pengemas ini dipilih karena merupakan jenis pengemas kacang tanah yang umum dipergunakan sebagai pengemas dalam penyimpanan kacang tanah. Sehingga Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan sifat kimiawi dan jenis pengemas penyimpanan kacang tanah yang terbaik yang dapat digunakan untuk meminimalisir perubahan sifat kimia dalam kacang tanah.

METODE PENELITIAN

Bahan baku kacang tanah diperoleh langsung dari petani di Boyolali, kemudian dilakukan pembersihan dari tanah dan pemotongan batang serta daun. Selanjutnya dilakukan pengeringan menggunakan *cabinet dryer* pada suhu 60°C selama 20 jam hingga memiliki kadar air 8%. Kacang tanah disimpan menggunakan karung goni, karung beras, dan keranjang bambu (tenggok) selama 90 hari. Analisis dilakukan pada hari ke-0, 15, 30, 45, 60, 75, dan 90. Percobaan dilakukan dengan tiga kali ulangan. Analisis kadar air kacang tanah menggunakan moisture tester, kadar abu dengan metode cawan kering, kadar karbohidrat dengan *by different*, kadar lemak dengan metode soxhlet, kadar protein dengan metode kjedal, dan TBA dengan malonaldehid.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kadar Air

Bahan pengemas dalam penyimpanan berfungsi sebagai pelindung kacang tanah polong dari serangan hama penyakit, dan sebagai penahan rembesan air dari luar yang dapat menyebabkan naiknya kadar air kacang tanah polong di dalam kemasan. Penggunaan bahan pengemas yang kedap udara akan mempertahankan kualitas kacang tanah polong selama proses penyimpanan. Sedangkan penggunaan pengemas dengan bahan yang kurang kedap akan mempercepat proses kerusakan kacang tanah polong. Hasil analisis kadar air selama penyimpanan dengan beberapa bahan pengemas dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Kadar Air (%) Kacang Tanah Polong Selama Penyimpanan 90 Hari

Kemasan	Lama Penyimpanan (Hari ke-)						
	0	15	30	45	60	75	90
Tenggok	8,00 ^A _a	9,000 ^B _b	9,767 ^A _c	10,033 ^B _{cd}	10,2667 ^B _{cd}	10,500 ^B _{de}	10,800 ^B _e
Karung goni	8,00 ^A _a	8,833 ^{AB} _b	9,400 ^A _c	9,767 ^{AB} _{cd}	10,2667 ^B _d	10,4000 ^{AB} _d	10,600 ^B _e
Karung beras	8,00 ^A _a	8,667 ^A _b	9,200 ^A _c	9,433 ^A _{cd}	9,5667 ^A _{de}	9,8000 ^A _e	9,800 ^A _e

Keterangan : Huruf *subscript* yang sama pada baris yang sama tiap parameter uji dan huruf *superscript* yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada taraf signifikansi ($\alpha = 0,05$)

Berdasarkan tabel 1 diketahui bahwa kadar air kacang tanah polong selama penyimpanan 90 hari mengalami peningkatan, baik yang disimpan menggunakan karung goni, karung beras, maupun tenggok. Hal ini disebabkan karena adanya sirkulasi udara yang berbeda-beda dari setiap kemasan penyimpanan. Kacang tanah polong yang disimpan dalam jenis kemasan tenggok memiliki jumlah kadar air yang paling tinggi dibanding kemasan karung goni dan karung beras. Semakin besar pori-pori kemasan semakin besar sirkulasi udara yang terjadi selama penyimpanan, maka semakin besar pula peningkatan kadar air kacang tanah polong. Senada dengan Winarno et al., (1980), Retnani (2009) bahwa semakin besar pori-pori kemasan, semakin besar pula sirkulasi udara yang terjadi sehingga kadar air bahan akan meningkat selama penyimpanan dan kadar air pada permukaan bahan dipengaruhi oleh kelembaban nisbi (RH) udara sekitarnya.

Perubahan kadar air disebabkan pengaruh suhu, kelembaban, adanya oksigen dan sifat higroskopis. Apabila kacang tanah polong disimpan pada kelembaban yang tinggi, kacang tanah polong akan menyerap uap air sampai kadar air kacang tanah polong air seimbang dengan kelembaban ruang simpan. Sebaliknya jika kacang tanah polong disimpan pada kelembaban yang rendah, kacang tanah polong akan mengeluarkan uap air sampai kacang tanah polong dengan kelembaban disekitarnya tercapai keseimbangan. Pada saat penelitian suhu lingkungan maupun suhu di dalam masing-masing kemasan sama, yaitu 26°C. RH lingkungan sebesar 73-78%, RH di dalam karung beras sebesar 68-70%, RH di dalam karung goni sebesar 70-73%, dan RH di dalam tenggok sebesar 70-75%. Besarnya RH menunjukkan adanya peningkatan kadar air yang berbanding lurus. Bila

kelembaban udara ruang penyimpanan tinggi maka akan terjadi absorpsi uap air dari udara ke kacang tanah polong yang menyebabkan kadar air kacang tanah polong meningkat. Pada wadah yang kedap udara, suplai oksigen atau penyerapan oksigen dari luar sangat sulit sehingga untuk respirasi kacang tanah polong maupun mikroorganisme didalam penyimpanan akan memanfaatkan oksigen yang terdapat dalam kemasan tersebut. Menurut Obrien (2001) untuk memperoleh mutu yang baik kacang tanah polong harus disimpan dengan kadar air 12 – 13%. Sehingga penyimpanan kacang tanah polong dengan menggunakan jenis pengemas tenggok, karung goni dan karung beras selama 90 hari kadar airnya masih dalam batas aman penyimpanan.

B. Kadar Abu

Abu adalah zat anorganik sisa hasil pembakaran suatu bahan organik. Kandungan abu dan komposisinya tergantung pada macam bahan dan cara pengabuannya (Sudarmadji, 2010). Hasil analisis kadar abu dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Kadar Abu (%) Kacang Tanah Polong Selama Penyimpanan 90 Hari

Kemasan	Lama Penyimpanan (Hari ke-)						
	0	15	30	45	60	75	90
Tenggok	3,1200 ^{A_c}	2,8867 ^{A_b}	2,8700 ^{A_b}	2,8300 ^{A_{bc}}	2,7533 ^{A_{bc}}	2,7233 ^{A_a}	2,667 ^{A_a}
Karung goni	2,9400 ^{A_d}	2,9400 ^{A_d}	2,9000 ^{A_{cd}}	2,8633 ^{A_{bcd}}	2,7933 ^{A_{bc}}	2,7600 ^{A_{ab}}	2,6967 ^{A_a}
Karung beras	2,9933 ^{A_c}	2,9867 ^{A_c}	2,9267 ^{A_{bc}}	2,9167 ^{B_{bc}}	2,8800 ^{B_{ab}}	2,8433 ^{B_{ab}}	2,800 ^{B_a}

Berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa kadar abu kacang tanah polong selama penyimpanan 90 hari mengalami penurunan pada tiap jenis pengemas. Kemasan tenggok memiliki kehilangan kadar abu paling besar dibandingkan dengan kemasan yang lain. Hal ini dipengaruhi oleh karakteristik jenis bahan kemasan serta ukuran pori-pori pada pengemas tersebut. Tenggok memiliki karakteristik bahan dari anyaman bambu tanpa penutup diatasnya, sehingga uap air sangat mudah masuk kedalam kacang tanah polong yang disimpan dalam tenggok. Sedangkan karung goni merupakan bahan pengemas yang terbuat dari serat yang mudah menyerap uap air dan ukuran pori-pori pengemas yang mudah dilalui uap air dari lingkungan. Untuk karung beras memiliki karakteristik bahan yang terbuat dari anyaman plastik yang memiliki ukuran pori-pori paling kecil dibandingkan dengan pengemas yang lain, sehingga penyerapan uap air kedalam kemasan menuju ke bahan dapat lebih diminimalisir. Semakin lama penyimpanan kacang tanah polong yang disimpan dalam tenggok diperkirakan akan menurunkan kadar abu paling cepat.

Perubahan kadar abu disebabkan suhu, kelembaban dan banyaknya oksigen selama penyimpanan. Kenaikan kadar air mempengaruhi laju respirasi yang semakin meningkat, hal ini menyebabkan penurunan kadar abu kacang tanah polong. Bila suhu dan kelembaban udara ruang penyimpanan tinggi maka akan terjadi absorpsi uap air dari lingkungan ke dalam wadah pengemas kacang tanah polong yang menyebabkan kadar air kacang tanah

polong meningkat. Jumlah oksigen yang digunakan untuk respirasi dan aktivitas mikroorganisme dalam ruang penyimpanan tergantung dengan tingkat penyerapan kemasan yang digunakan untuk penyimpanan kacang tanah polong. Wadah penyimpanan yang kedap udara akan menyebabkan penyerapan oksigen dari luar sangat sulit untuk masuk, sehingga proses respirasi kacang tanah polong maupun aktivitas mikroorganisme akan memanfaatkan oksigen yang terdapat dalam kemasan. Penurunan kadar abu disebabkan adanya proses respirasi yang digunakan sebagai proses metabolisme kacang tanah polong. Diduga tidak hanya pada molekul makro sebagai pendukung proses metabolisme akan tetapi beberapa mineral seperti kalsium, kalium, natrium, besi, mangan, magnesium, dan iodium dalam kacang tanah polong terikut dalam proses metabolisme sehingga menyebabkan penurunan kadar abu dalam kacang tanah polong. Menurut de Man (1997) terdiri atas mineral bentuk terlarut dan bentuk tak terlarut. Mineral yang tidak larut berasosiasi dengan protein.

C. Kadar Lemak

Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa kadar lemak kacang tanah polong selama penyimpanan 90 hari mengalami penurunan yang beda nyata, baik yang disimpan menggunakan karung goni, karung beras, maupun tenggok.

Tabel 3. Hasil Analisis Kadar Lemak (%) Kacang Tanah Polong Selama Penyimpanan 90 Hari

Kemasan	Lama Penyimpanan (Hari ke-)						
	0	15	30	45	60	75	90
Tenggok	38,4000 ^{Ae}	37,2500 ^{Ad}	36,5700 ^{Ad}	35,6500 ^{Ac}	34,7100 ^{Ab}	34,2800 ^{Ab}	33,5800 ^{Aa}
Karung goni	38,4900 ^{Ae}	37,9067 ^{Ade}	37,6133 ^{Bcd}	37,1700 ^{Bbc}	36,6733 ^{Bab}	36,9500 ^{Ba}	36,2767 ^{Ba}
Karung beras	38,5700 ^{Ad}	37,7100 ^{Ac}	37,5767 ^{Bc}	37,3867 ^{Bbc}	37,1200 ^{Babc}	36,9500 ^{Bab}	36,7500 ^{Ba}

Pada kemasan tenggok terjadi penurunan kadar lemak yang paling besar dan cepat dibandingkan dengan kemasan lain. Hal ini disebabkan adanya sirkulasi udara yang berbeda-beda dari setiap kemasan penyimpanan. Karung beras memiliki pori-pori lebih kecil dibandingkan dengan karung goni dan tenggok, sehingga peningkatan kadar air kacang tanah polong yang disimpan dalam karung beras lebih kecil dibandingkan kemasan lainnya. Kacang tanah polong yang disimpan dalam tenggok memiliki kadar air paling tinggi selama penyimpanan, karena sirkulasi udaranya paling tinggi. Semakin tinggi kadar air maka laju respirasi meningkat. Hal ini berdampak pada penurunan kadar lemak dimana senyawa makro molekul digunakan untuk melakukan proses metabolisme kacang tanah polong.

Adanya respirasi kacang tanah polong ini disebabkan oleh pengaruh suhu, kelembaban lingkungan dan banyaknya oksigen yang terdapat di lingkungan maupun dalam wadah penyimpanan kacang. Jumlah oksigen yang digunakan untuk respirasi dan aktivitas mikroorganisme dalam ruang penyimpanan tergantung dengan tingkat penyerapan kemasan yang digunakan untuk penyimpanan kacang tanah polong. Wadah penyimpanan yang kedap udara akan menyebabkan penyerapan oksigen dari luar sangat sulit untuk masuk kedalam wadah, sehingga proses respirasi kacang tanah polong maupun aktivitas

mikroorganisme akan memanfaatkan oksigen yang terdapat dalam kemasan. Susanti (2007), menyampaikan ada hubungan kadar lemak dengan kadar air. Jika kadar air meningkat maka kadar lemak akan menurun. Akibat teroksidasinya lemak maka kadar lemak menjadi berkurang selama penyimpanan. Kecepatan pembentukan asam lemak bebas dipengaruhi kandungan air dalam kacang tanah polong, dimana semakin tinggi kadar air semakin cepat pula asam lemak yang terbentuk. Reaksi oksidasi lemak berlangsung tiga tahap. Tahap pertama terjadi reaksi pembentukan radikal bebas dan pemisahan hidrogen dari lemak yang tidak jenuh. Tahap kedua yaitu perkembangan reaksi antara radikal bebas dengan oksigen dan senyawa organik. Tahap terakhir adalah penghentian terjadinya pembentukan senyawa yang tidak lagi merupakan radikal bebas (Marrison, 1978).

Menurut Muray (1995), mekanisme dari hidrolisis lemak adalah lemak dalam biji akan dipecah oleh enzim lipase menjadi asam lemak bebas dan gliserol. Enzim lipase mengatur kecepatan hidrolisis dan esterifikasi dalam proses metabolisme kacang tanah polong. Proses awal asam lemak mengalami esterifikasi yaitu membentuk ester dengan gliserol menjadi trigliserida sebagai cadangan energi jangka panjang. Jika sewaktu-waktu tidak tersedia sumber energi dari karbohidrat maka asam lemak akan dioksidasi. Proses oksidasi asam lemak dinamakan oksidasi beta dan menghasilkan asetil KoA. Sebelum dikatabolisir dalam oksidasi beta, asam lemak harus diaktifkan terlebih dahulu menjadi asil KoA. Dengan adanya ATP dan Koenzim A, asam lemak diaktifkan dengan dikatalisir oleh enzim asil-KoA sintetase. Selanjutnya sebagaimana asetil KoA dari hasil metabolisme karbohidrat dan protein, asetil KoA dari jalur ini juga akan masuk ke dalam siklus asam sitrat sehingga dihasilkan energi.

D. Kadar Protein

Diketahui bahwa kadar protein kacang tanah polong selama penyimpanan 90 hari mengalami penurunan, baik yang disimpan menggunakan karung goni, karung beras, maupun tenggok, seperti terlihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Analisis Kadar Protein (%) Kacang Tanah Polong Selama Penyimpanan 90 Hari

Kemasan	Lama Penyimpanan (Hari ke-)						
	0	15	30	45	60	75	90
Tenggok	31,0233 A _d	27,966 7 ^A _{cd}	25,860 0 ^A _{bc}	23,530 0 ^A _{abc}	23,3167 A _{abc}	22,823 3 ^B _{ab}	19,520 0 ^{AB} _a
Karung goni	31,006 7 ^A _e	28,326 7 ^A _d	8,1500 ^A _d	26,186 7 ^A _c	24,273 3 ^A _b	16,1867 A _a	16,1000 A _a
Karung beras	31,0667 A _c	29,383 3 ^A _c	26,7200 A _{bc}	23,8133 A _{ab}	23,643 3 ^A _{ab}	23,5100 ^B ab	22,4000 B _a

Penurunan kadar protein tertinggi terlihat pada kemasan tenggok. Penurunan kadar protein dipengaruhi oleh karakteristik tenggok yang memiliki sirkulasi udara tinggi akibat pori-pori pengemas yang cukup besar dibandingkan dengan pengemas lain. Karung beras

memiliki pori-pori lebih kecil, sehingga peningkatan kadar air kacang tanah polong yang disimpan dalam karung beras lebih kecil dibandingkan karung goni dan tenggok. Dengan demikian, semakin besar sirkulasi udara selama penyimpanan, maka kadar protein kacang tanah polong semakin menurun. Selain itu, penurunan kadar protein juga dipengaruhi oleh suhu, kelembaban udara dan banyaknya oksigen dari dan ke dalam kemasan. Bila suhu dan kelembaban udara ruang penyimpanan tinggi maka akan terjadi absorpsi uap air dari udara ke kacang tanah polong yang menyebabkan kadar air kacang tanah polong meningkat. Kenaikan kadar air dalam kacang tanah polong akan mempercepat laju respirasi dan metabolisme kacang tanah polong dalam aktivitas tersebut juga melibatkan senyawa makro seperti kadar protein untuk mempercepat reaksinya. Jumlah oksigen dalam ruang penyimpanan tergantung pada tingkat penyerapan kemasan dan kebutuhan oksigen untuk respirasi baik yang dibutuhkan oleh kacang tanah polong maupun mikroorganisme di dalamnya. Sehingga makin lama penyimpanan kacang tanah polong, kadar protein kacang tanah polong semakin menurun akibat dari peningkatan laju respirasi yang digunakan untuk proses metabolisme.

Selama penyimpanan dengan ketiga jenis kemasan, kadar protein mengalami penurunan yang beda nyata. Protein, melalui proses hidrolisis diubah menjadi asam amino. Dengan adanya peningkatan air dalam kacang tanah polong, memicu tumbuhnya mikroorganisme dalam kacang tanah polong. Mikroorganisme ini dapat menghasilkan enzim proteolitik yang dapat memecah molekul protein dalam bahan pangan, sehingga menyebabkan terjadi penurunan kadar protein secara beda nyata. Adanya mikroorganisme yang muncul selama penyimpanan dipicu oleh adanya kadar air yang semakin meningkat sehingga digunakan sebagai mikroorganisme untuk berkembang. Enzim proteolitik atau yang sering disebut dengan protease merupakan berbagai jenis enzim yang mencerna protein menjadi unit-unit yang lebih kecil dengan enzim secara umum bertugas sebagai katalisator dengan cara menurunkan energi aktivasi di dalam sel (Murray, 2006) dan sebagai katalis pada pemecahan molekul protein dengan cara hidrolisis.

E. Kadar Karbohidrat

Karbohidrat kacang tanah polong selama penyimpanan 90 hari mengalami kenaikan pada tiap jenis pengemas baik menggunakan tenggok, karung goni, dan karung beras berturut-turut sebesar 32,7100%, 33,8133%, dan 26,3500%. Seperti dapat dilihat pada tabel 5. Bahan pengemas tenggok memiliki pori-pori yang paling besar dibandingkan dengan bahan pengemas lainnya. Berdasarkan penelitian jenis pengemas tenggok menunjukkan kadar karbohidrat yang paling tinggi. Sebaliknya, karung beras yang ukuran pori-porinya lebih kecil menyebabkan penyerap kadar air lebih sedikit. Selain itu, karung beras yang terbuat dari anyaman plastik agak sukar untuk dilalui uap air yang masuk kedalam kemasan.

Tabel 5. Hasil Analisis Kadar Karbohidrat (%) Kacang Tanah Polong Selama Penyimpanan 90 Hari

Kemasan	Lama Penyimpanan (Hari ke-)						
	0	15	30	45	60	75	90
Tenggok	18,5367 ^A a	22,1533 ^B _{ab}	24,4333 ^A bc	27,3267 ^A _c	28,2233 ^A _{cd}	28,8800 ^A _{cd}	32,7100 ^B _d
Karung goni	18,6433 ^A a	21,2433 ^{AB} _b	21,2300 ^A b	23,4467 ^A _c	25,7933 ^A _d	34,0067 ^B _e	33,8133 ^B _e
Karung beras	18,4500 ^A a	20,0700 ^A _{bc}	22,0967 ^A abc	24,9467 ^A _{bc}	25,1867 ^A _c	25,2967 ^A _c	26,3500 ^A _c

Selama penyimpanan, karbohidrat (pati) dalam kacang tanah polong akan dirombak menjadi molekul yang lebih kecil (gula) untuk mendapatkan energi yang diperlukan dalam proses metabolisme. Adanya respirasi kacang tanah polong disebabkan pengaruh suhu, kelembaban lingkungan, dan banyaknya oksigen yang terdapat di lingkungan maupun dalam wadah penyimpanan kacang. Seperti diketahui sebelumnya suhu penyimpanan yang tinggi cenderung akan meningkatkan kelembaban relatif (RH) ruang penyimpanan. Kacang tanah polong yang disimpan dalam RH tinggi akan menyerap uap air sampai uap airnya seimbang dengan kelembaban ruang simpan. Jumlah oksigen yang digunakan untuk respirasi dan aktivitas mikroorganisme dalam ruang penyimpanan tergantung dengan tingkat penyerapan kemasan yang digunakan untuk penyimpanan kacang tanah polong. Wadah penyimpanan yang kedap udara akan menyebabkan penyerapan oksigen dari luar sangat sulit untuk masuk ke dalam wadah, sehingga proses respirasi kacang tanah polong maupun aktivitas mikroorganisme akan memanfaatkan oksigen yang terdapat dalam kemasan tersebut.

Menurut DeWitt (2005) peningkatan aktivitas α -amilase akan berkorelasi dengan peningkatan glukosa karena enzim ini mengubah pati menjadi karbohidrat dengan rantai yang lebih pendek. Kenaikan glukosa dan fruktosa juga dapat terjadi sebagai hasil degradasi sukrosa. Sukrosa dalam tanaman digunakan sebagai *transport molecule* untuk mendapatkan energi dari pemecahan karbohidrat. Hidrolisis sukrose menjadi glukosa dan fruktosa menghasilkan ATP untuk pekerjaan sel atau digunakan untuk sintesis molekul lebih lanjut, seperti pati dan selulosa. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diduga peningkatan kadar karbohidrat disebabkan oleh adanya peningkatan glukosa dan fruktosa akibat dari proses degradasi sukrosa.

F. Kadar TBA (*Thiobarbituric Acid*)

Berdasarkan tabel 6 diketahui kacang tanah polong selama penyimpanan 90 hari fluktuatif pada besarnya nilai TBA, yang disebabkan oleh kondisi dan suhu yang berbeda dari tiap jenis pengemas. Menurunnya nilai TBA diduga hidroperoksida telah terurai menjadi senyawa lain pada proses oksidasi lemak yang lebih lanjut. Sedangkan kenaikan nilai diduga disebabkan tingginya kecepatan reaksi dekomposisi hidroperoksida menjadi malonaldehid. Menurut Apriantono (2002), bahwa laju reaksi pembentukan dari dekomposisi hidroperoksida relatif lambat dibandingkan reaksi malonaldehid dengan asam

amino, peptida dan senyawa lain. Perubahan angka TBA selama penyimpanan menunjukkan hasil yang fluktuatif. Hal ini diduga bahwa malonaldehid bersifat sangat labil dan sangat reaktif terhadap protein dan asam amino karena malonaldehid merupakan hasil dekomposisi hidroperoksida.

Tabel 6. Hasil Analisis TBA (*thiobarbituric acid*) Kacang tanah polong Selama Penyimpanan 90 Hari

Kemasa n	Lama Penyimpanan (Hari ke-)						
	0	15	30	45	60	75	90
Tenggok	0,629100 ^A c	0,330900 ^B _b	0,374367 ^A _b	0,082367 ^A a	0,082700 ^A a	0,042700 ^A a	0,035000 ^A a
Karung goni	0,432400 ^A b	0,138600 ^A _a	0,098900 ^A _a	0,077767 ^A a	0,075500 ^A a	0,065267 ^A a	0,133467 ^B a
Karung beras	0,445933 ^A b	0,198900 ^{AB} a	0,187133 ^{AB} a	0,097300 ^A a	0,079333 ^A a	0,046733 ^A a	0,024200 ^A a

Menurut Ma'ruf (1990), malonaldehid dari oksidasi lemak ternyata bersifat tidak stabil. Malonaldehid bersifat sangat reaktif terhadap protein dan asam amino, sehingga kadar malonaldehid sulit digunakan sebagai penentu tingkat oksidasi lemak yang terjadi. Malonaldehid hanya digunakan sebagai indikator terjadinya penurunan kualitas asam lemak. Reaksi-reaksi yang terjadi selama degradasi asam lemak didasarkan atas penguraian asam lemak. Semakin banyak ikatan rangkap dari minyak yang dipakai maka laju kecepatan oksidasinya juga semakin meningkat. Menurut Sianturi (2002), hidroperoksida yang terbentuk karena reaksi oksidasi akan meneruskan penguraiannya dengan cara terpecah menjadi aldehid dan keton yang besarnya tergantung jumlah ikatan rangkap.

Menurut Hultin (1993) dalam Rospiati (2006), kerusakan lemak yang utama adalah timbulnya bau dan rasa tengik yang disebut proses ketengikan. Hal ini disebabkan oleh otooksidasi radikal asam lemak tidak jenuh dalam lemak. Otooksidasi dimulai dengan pembentukan radikal-radikal bebas yang disebabkan oleh faktor-faktor yang dapat mempercepat reaksi. Molekul lemak yang mengandung radikal asam lemak tidak jenuh mengalami oksidasi yang memecah hidroperoksida dan menghasilkan senyawa-senyawa seperti aldehid dan keton. Raharjo (2004) menyebutkan bahwa oksidasi lanjut dari aldehid tidak jenuh tersebut menghasilkan aldehid dan dialdehid dengan rantai pendek, termasuk didalamnya adalah malonaldehid.

Menurut Winarno (2004) proses ketengikan dapat terjadi apabila lemak yang terdapat dalam bahan pangan atau dalam bentuk bebas mengalami pemecahan melalui reaksi oksidasi, hidrolisis oleh enzim lipase (pemecah lemak) sehingga menghasilkan gliserol dan asam lemak. Proses ketengikan disebabkan adanya laju respirasi dalam kacang tanah polong. Adanya oksigen dipengaruhi oleh kondisi penyimpanan kacang tanah polong dari lingkungan ke dalam kemasan. Suhu penyimpanan yang tinggi cenderung meningkatkan kelembaban relatif (RH) ruang penyimpanan. Hal tersebut terjadi pada jenis pengemas kacang tanah polong yang memiliki sirkulasi udara paling besar. Jumlah udara yang masuk

ke dalam bahan juga dipengaruhi oleh besar kecilnya pori-pori pengemas. Pengemas tenggok dan karung goni memiliki pori-pori lebih besar dibandingkan dengan karung beras. Semakin besar ukuran pori-pori pengemas maka akan memudahkan udara atau kadar air dari lingkungan masuk kedalam kacang tanah polong.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah penggunaan jenis kemasan kacang tanah dengan karung goni, karung, beras, dan tenggok berpengaruh nyata terhadap sifat kimiawi kacang tanah polong. Peningkatan terlihat pada kadar air, dan kadar karbohidrat. Sedangkan penurunan prosentase kacang tanah terlihat pada kadar abu, kadar lemak, kadar protein dan TBA. Kemasan tenggok merupakan kemasan yang paling besar mengalami penurunan sifat kimiawi kacang tanah polong apabila dibandingkan dengan kemasan yang lain. Sedangkan kemasan yang paling baik mencegah penurunan sifat kimia kacang tanah adalah karung beras.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2012, Departemen Pertanian. *Bagaimana Pertanian Organik Dilakukan*. Binuang : Balai Besar Pelatihan Pertanian.
- Apriyantono, A., D. Fardiaz, N.L. Puspitasari, Sedarnawati, dan S. Budiyanto. 2002. *Analisa Pangan*. IPB Press. Bogor.
- Delouche, J.C. 1982. *Research on association of seed physical properties to seeds quality, prepared seed research workshop*. AARP II project, Sukamandi, Indonesia.
- Demam, J.M. 1997. *Kimia Makanan*. Penerbit ITB Press. Bandung.
- DeWitt, D. 2005. *Sucrose Synthesis*. http://www.bergen.org/ACADEMY/Bio/molbio/SUCROSE_SYNTH/SucroseSynth.html. Diakses pada tanggal 21 April 2014 jam 18.34 wib.
- Dwivedi, S.L., S.N. Nigam, R.C.N. Rao., U. Singh, and K.V.S. Rao. 1996. *Effect of Drought on Oil, Fatty acids and Protein Contents of Groundnut (Arachis hypogaea L.) Seeds*. Field Crop Research. 48:125—133. *Equation Analysis*. Annals of Botany, 74:601-604.
- Hultin, H.O. 1993. *Oxidation of Lipids in Seafoods In Seafoods : Chemistry, Processing Technology and Quality*. Shahidi, F. and J.R. Botta (Eds.). Blackie Academic & Profesional. London.
- Ma'ruf, W.F. 1990. *Florescent Product sebagai Alternatif Pengukuran Autooksidasi Asam Lemak Tak Jenuh pada Hasil Perikanan*. Media Edisi II. Jakarta.
- Morrison, W. R. 1978. *Cereal Lipids, Advances in Cereal Science and Technology II* (Y. Poeranz, ed.), American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, pp. 221.
- Murray, Robert K. dkk. 2006. *Biokimia Harper*. Edisi ke-22. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Obrien, R. D., 2001. *Fats and Oils Formulating and Processing for Application Technomic*. Publishing Co Inc, Lancaster.

- Raharjo, S. 2004. *Kerusakan Oksidatif pada Makanan*. Pusat Studi Pangan dan Gizi. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Retnani, Yuli. 2009. *Pengaruh Jenis Kemasan dan Lama Penyimpanan terhadap Serangan Serangga dan Sifat Fisik Ransum Broiler Starter Berbentuk Crumble*. Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan Agustus, 2009, Vol. XII. No.3. Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sianturi, G. *Mengurangi Susut Gizi*. 2002. <http://www.gizi.net/cgi-bin/berita/fullnews.cgi?newsid=1019704624,22896>. Diakses pada 19 April 2014 pukul 14.53 wib.
- Sudarmadji, Slamet, Haryono Bambang, Suhardi. 2010. *Prosedur Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Penerbit Liberty. Yogyakarta.
- Sun, W.Q and A.C. Leopold. 1994. *Glassy State and Seed Storage Stability: A Viability*
- Susanti, S dan E. Marhaeniyanto. 2007. *Kecernaan, Retensi Nitrogen dan Hubungannya dengan Produksi Susu Pada Sapi Peranakan Friesian Holstein (PFH) yang diberi Pakan Pollard dan Bekatul*. Jurnal PROTEIN. Vol. 15 (2): 141-147.
- Winarno, F.G. 2004. *Keamanan Pangan*. M-BRIO press Bogor.

T4-MG 17

PENGARUH RASIO PATI/ TEPUNGJAGUNG DAN TEMPERATUR EKSTRUSI TERHADAP KRISTALINITAS DAN KEKERASAN BERAS ANALOG

Effect Of Corn Starch/Flour Ratio and Extrusion Temperature On Crystallinity And Hardness Of Rice Analogue

Faleh Setia Budi^{a,b}, Purwiyatno Hariyadi^{a,b}, Slamet Budijanto^{a,b}, dan Dahrul Syah^{a,b}
Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian^a, dan
Southeast Asian Food and Agricultural Science and Technology (SEAFST) Center^b
Institut Pertanian Bogor, Jl. Raya Darmaga, Kampus IPB Darmaga, Bogor, Indonesia 16680,
Telp/Fax : 0251 8626 725

Email: phariyadi@ipb.ac.id dan faleh_sb01@yahoo.com

ABSTRACT

Rice analogues are food products that are made of broken rice and/or any other carbohydrate sources to have similar texture and shape as rice. High amylose corn starch was added to corn flour in certain ratio to get simulated flour with different amylose content. Hot extrusion process used to make rice analogue can change starch crystallinity. The change of starch crystallinity was guessed to be able to influence the characteristic of produced rice analogue. Our research aimed to assess the effect of corn starch/flour ratio and extrusion temperature on crystallinity and hardness of rice analogue. Mixture of corn starch-flour with ratio of 10/90, 20/80, 30/70, 40/60 (w/w) and moisture content of 40% was extruded at temperature of 70, 80, 90 °C by using of twin screw extruder BEX-DS-2256 Berto. The observed parameter included type of crystal, degree of crystallinity, and hardness of rice analogue. Our result showed that extrusion temperature increased degree of crystallinity about 1.4 times and hardness about 1.5 times. Corn starch/flour ratio enhanced hardness of rice analogue about 1.4 times but was insignificant on degree of crystallinity. Increasing of crystallinity degree was correlated with increasing of hardness of rice analogue.

Keywords: rice analogue, hot extrusion, crystallinity, hardness.

ABSTRAK

Beras analog merupakan produk pangan yang mempunyai bentuk dan tekstur yang sama seperti beras dan dibuat dari beras patah dan/atau sumber karbohidrat lain. Pati jagung beramilosa tinggi ditambahkan ke tepung jagung dengan rasio tertentu untuk mendapatkan tepung simulasi dengan kadar amilosa yang berbeda. Proses ekstrusi panas yang digunakan untuk membuat beras analog dapat merubah kristalinitas pati. Perubahan kristalinitas pati tersebut diperkirakan dapat mempengaruhi sifat-sifat beras analog yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh rasio pati/tepung jagung dan temperatur ekstrusi terhadap kristalinitas dan kekerasan beras analog. Campuran pati/tepung jagung dengan rasio 10/90, 20/80, 30/70, 40/60 (w/w) dan kadar air 40% diekstrusi pada temperatur 70, 80, 90 °C dengan menggunakan ekstruder ulir ganda (twin screw) BEX-DS-2256 Berto. Parameter yang diamati meliputi tipe kristal, derajat kristalinitas dan kekerasan beras analog. Hasil penelitian menunjukkan bahwa temperatur ekstrusi meningkatkan derajat kristalinitas 1.4 kali dan kekerasan 1.5 kali. Rasio pati/tepung jagung meningkatkan kekerasan beras analog 1.4 kali tetapi

tidak berpengaruh nyata terhadap derajat kristalinitas. Peningkatan derajat kristalinitas berkorelasi dengan peningkatan kekerasan beras analog.

Kata kunci : beras analog, ekstrusi panas, cristallinitas, kekerasan.

PENDAHULUAN

Selama satu dekade terakhir, beras analog mendapatkan perhatian yang cukup besar dari beberapa negara di dunia seperti China, India, Indonesia, Philipina, dan Jepang. Beras analog dapat didefinisikan sebagai produk beras tiruan yang memiliki sifat-sifat yang mirip dengan beras dan dibuat dari beras patah maupun bahan pangan non beras (Machmur *et al.* 2011; Mishra *et al.* 2012). Beras patah yang mempunyai harga murah dan tidak diterima oleh pasar bisa diproses menjadi beras analog. Oleh karena bahan beras memiliki kadar pati yang tinggi dan rendah protein maka penambahan protein dan bahan aditif lain perlu dilakukan untuk meningkatkan kualitas beras analog yang dihasilkan (Mishra *et al.* 2012). Fortifikasi beras analog akan memberikan manfaat ke konsumen tanpa mengubah kebiasaan makannya. Pembuatan beras analog dari bahan pangan non beras dapat dimanfaatkan untuk mendukung program diversifikasi pangan suatu negara yang memiliki tingkat konsumsi beras yang tinggi dan tingkat konsumsi pangan non beras yang rendah (Budijanto dan Muaris 2013).

Sumber makanan pokok non beras yang meliputi jagung, sorghum, ubi jalar dan sebagainya dapat diekstrusi menjadi beras analog. Sumber makanan pokok non beras tersebut memiliki sifat-sifat kimia dan fisik yang berbeda khususnya kandungan amilonya (Srichuwong *et al.* 2005). Perbedaan kandungan amilosa di dalam bahan dapat mempengaruhi proses ekstrusi dan sifat-sifat beras analog yang dihasilkan. Guha *et al.* (2003) mempelajari pengaruh kadar amilosa terhadap sifat-sifat fisik dan fungsional produk terextrusi dan Xie *et al.* (2009) mengkaji sifat-sifat rheologi pati jagung dengan kadar amilosa yang berbeda. Jagung diminati untuk digunakan sebagai bahan karena jagung dengan kadar amilosa yang berbeda (rendah, medium dan tinggi) dapat diperoleh dari alam. Pati jagung berkadar amilosa tinggi digunakan untuk meningkatkan kadar amilosa tepung jagung sehingga dapat diperoleh tepung jagung simulasi dengan kadar amilosa yang berbeda. Di samping itu jagung juga telah dikenal sebagai sumber makanan pokok di dunia, termasuk Indonesia.

Ekstrusi merupakan proses plastisasi bahan pangan yang mengandung pati dan atau protein di dalam pipa (*barrel*) dengan menggabungkan proses pencampuran, pemanasan, pemotongan mekanis (*mechanical shearing*) dan melewati *die* yang didesain untuk mendapatkan produk dengan bentuk tertentu (Riaz 2012). Beberapa peneliti telah menggunakan teknologi ekstrusi untuk membuat beras analog dari bahan beras patah (Scella *et al.* 1986; Wenger dan Huber 1988; Koide *et al.* 1999; Zhuang *et al.* 2010). Sedangkan Budijanto *et al.* (2012) dan Budi *et al.* (2015) telah membuat beras analog dari bahan jagung dengan menggunakan teknologi ekstrusi panas.

Koide *et al.* (1999) melaporkan bahwa pembuatan beras analog dengan teknologi ekstrusi pada kadar air 30–40% dan suhu 80 °C akan menghasilkan derajat gelatinisasi 50–60% dan pada suhu 120 °C mencapai 90% atau lebih. Zhuang *et al.* (2010) juga melaporkan bahwa semakin tinggi suhu ekstrusi akan menyebabkan derajat gelatinisasi pati semakin tinggi. Namun ada fenomena lain yang terjadi bahwa proses ekstrusi panas pada temperatur ekstrusi 70 – 90 °C dan kadar air adonan 35 – 45 % telah menyebabkan granula pati tergelatinisasi sempurna (Budi *et al.* 2015). Proses pemanasan dan pemotongan mekanis (mechanical shearing) pada proses ekstrusi telah menyebabkan terjadinya kerusakan granula pati dan kerusakan molekul amilopektin (Barron *et al.* 2001; Eide *et al.* 2003). Perubahan tipe kristal dan derajat kristalinitas beras analog diperkirakan akan mempengaruhi sifat-sifat fisik beras analog yang dihasilkan. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh rasio pati/tepung jagung dan suhu ekstrusi terhadap derajat kristalinitas beras analog dan sifat-sifat fisik beras analog.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan beras analog terdiri dari tepung jagung kuning, pati jagung, gliserol monostearat, dan air. Tepung jagung kuning dengan ukuran partikel 40 mesh dibeli dari PT Matahari Corn Mill, Kediri, Jawa Timur. Sedangkan pati jagung dengan ukuran partikel 80 mesh dibeli dari Pd. Anugerah, Tangerang, Banten. Tepung jagung dan pati jagung dikarakterisasi dengan menganalisa kadar air (AOAC Metode 925.10), kadar abu (AOAC Metode 923.03), kadar lemak (AOAC Metode 920.39), dan kadar protein (AOAC Metode 960.52) (AOAC 2009). Kadar karbohidrat total tepung dan pati jagung dihitung dengan metode by difference. Kadar pati total dari tepung dan pati jagung ditentukan dengan metode *colorimetry* menggunakan senyawa anthrone setelah dilakukan ekstraksi dan hidrolisis menjadi glukosa (Laurentin dan Edwards 2003). Kadar amilosa ditentukan dengan Metode William *et al.* (1970). Semua analisa kimia bahan diulang dua kali dan hasilnya ditampilkan sebagai nilai rata-rata.

Metode

Pati jagung 80 mesh dan tepung jagung 40 mesh dicampur dengan rasio 10/90, 20/80, 30/70, dan 40/60 (w/w) di dalam *mixer* dan kemudian ditambahkan gliserol monostearat sebanyak 2%. Air ditambahkan secara bertahap ke adonan sampai kadar airnya 40%. Setelah homogen adonan dibiarkan selama 2 jam dalam kemasan plastik. Selanjutnya adonan dimasukkan ke dalam *hopper* untuk diumpankan ke dalam ekstruder ulir ganda (Berto BEX-DS-2256). Setelah suhu *barrel* mencapai 70, 80 dan 90 °C dan kecepatan putar ulir 75 rpm, *auger* dioperasikan dengan kecepatan 30 rpm untuk mengalirkan adonan dengan laju 26,4 kg basis kering/jam. *Ekstrudat* yang keluar dari *die* dipotong dengan pisau pada kecepatan putar tertentu. Setelah proses tenang (*steady*) dan menghasilkan ekstrudat yang baik, produk diambil dan dikeringkan dengan *tray drier* pada

suhu 60 °C selama 3 jam. Sampel ekstrudat yang sudah kering dikumpulkan dan dianalisa sifat-sifat fisiknya. Setiap perlakuan diulang dua kali.

Difraksi sinar X (XRD)

Sampel beras analog dihaluskan menjadi tepung dan ditempatkan pada wadah sampel khusus dari aluminium untuk dipapar sinar X monokromatik radiasi Cu-K α ($\lambda=1.54$ Å) yang dihasilkan oleh *XRay Diffraction* (XRD 7000 maxima X, Shimadzu Ltd., Tokyo, Jepang). Sudut refleksi pemindaian 5–30° dengan peningkatan 0,02° (Vermeylen *et al.* 2006). Difraktogram sinar X yang diperoleh didekonvolusi dengan menggunakan software Origin 8.0 dan derajat kristalinitas (DK) dihitung dengan metode *curve fitting* menggunakan persamaan (1).

$$DK = A_k / A_t \times 100 \% \text{ ----- (1)}$$

dimana A_k adalah luas daerah kurva kristal dan A_t merupakan luas daerah kurva total (kristal + amorf) (Terinte *et al.* 2011). Pengukuran derajat kristalinitas diulang dua kali.

Differential scanning calorimetry

Beras analog dihaluskan menjadi tepung dan ditimbang 3 mg di dalam wadah sampel khusus (*pan cell* no. 201-53090). Sepuluh mikroliter akuades ditambahkan dengan mikropipet dan kemudian *pan cell* ditutup rapat hingga kedap. *Pan cell* yang berisi sampel dan akuades dibiarkan selama 2 jam pada suhu ruang untuk mencapai kesetimbangan dan kemudian dianalisa dengan memanaskannya menggunakan Differential Scanning Calorimeters (DSC 60 Shimadzu, Tokyo, Jepang) dari suhu 40 °C sampai 120 °C dengan laju pemanasan 5 °C/menit (Gelders *et al.* 2004).

Kekerasan Beras Analog

Kekerasan beras analog yang dihasilkan diukur dengan alat *Hardness Tester* yang dibuat oleh Kiya Seisaku Shd Ltd, Kawagoe, Saitama, Jepang. Pengukuran dilakukan sebanyak 30 kali (Ajeigbe *et al.* 2008).

Mikrostruktur Beras Analog

Sampel beras analog dipotong melintang dan ditempatkan padaudukan sampel. Potongan sampel yang telah dilapisi logam Au ditempatkan pada posisi sampel di dalam alat *Scanning Electron Microscope* SEM (Jeol JSM-5310 LV, Jeol Ltd., Tokyo, Jepang) dan tabung divakumkan. Perbesaran yang digunakan adalah 750x dan jika sudah mendapatkan gambar yang baik, dilakukan penyimpanan gambar dalam bentuk file (Goldstein *et al.* 1992).

Analisa Statistik

Analisa statistik dilakukan dengan menggunakan program SPSS 20 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Hasil yang diperoleh dalam penelitian dinyatakan sebagai nilai rata-rata dari beberapa ulangan \pm standard deviasi. Perbedaan yang signifikan antara nilai rata-rata

ditentukan dengan uji Duncan pada level signifikansi $P < 0.05$. Koefisien korelasi pearson digunakan untuk menentukan hubungan antara derajat kristalinitas dan kekerasan beras analog.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Bahan (Tepung dan Pati Jagung)

Tepung jagung mempunyai kadar protein, lemak dan mineral lebih tinggi dibanding pati jagung. Sedangkan kadar karbohidrat tepung jagung lebih rendah daripada pati jagung (Tabel 1). Pati jagung mengandung amilosa dan pati lebih tinggi dibanding tepung jagung. Namun kadar serat tepung jagung lebih tinggi dibanding pati jagung (Tabel 2). Perbedaan ini kemungkinan disebabkan oleh tipe/varitas jagung dan proses pengolahannya. Setiap varitas jagung mempunyai komposisi kimia yang spesifik yang dipengaruhi oleh cuaca, tanah, pupuk dan sebagainya. Tepung jagung diproses dengan menggiling endosperm jagung kering (grits) sehingga semua komponen yang ada di dalam endosperm akan berada di dalam tepung jagung (Peplinski *et al.* 1984). Pati jagung diekstrak dengan menggunakan air dari jagung yang telah direndam dan digiling dan kemudian dikeringkan sehingga komponen pati akan menjadi sangat dominan di dalam produk pati jagung (Eckhoff dan Watson 2009).

Tabel 1. Analisa proksimat tepung jagung kuning dan pati jagung.

No	Parameter	Tepung jagung	Pati jagung
1	Kadar air (%)	12.2860 \pm 0.0163	12.0350 \pm 0.0495
2	Kadar abu (%)	0.6713 \pm 0.0095	0.0900 \pm 0.0141
3	Lemak (%)	1.1861 \pm 0.0809	0.1950 \pm 0.0212
4	Protein (%)	7.9100 \pm 0,0707	0.4550 \pm 0.0212
5	Karbohidrat (%)	77.9467 \pm 0,1775	87.2250 \pm 0.0283

Tabel 2. Kadar pati, amilosa dan serat dari tepung dan pati jagung.

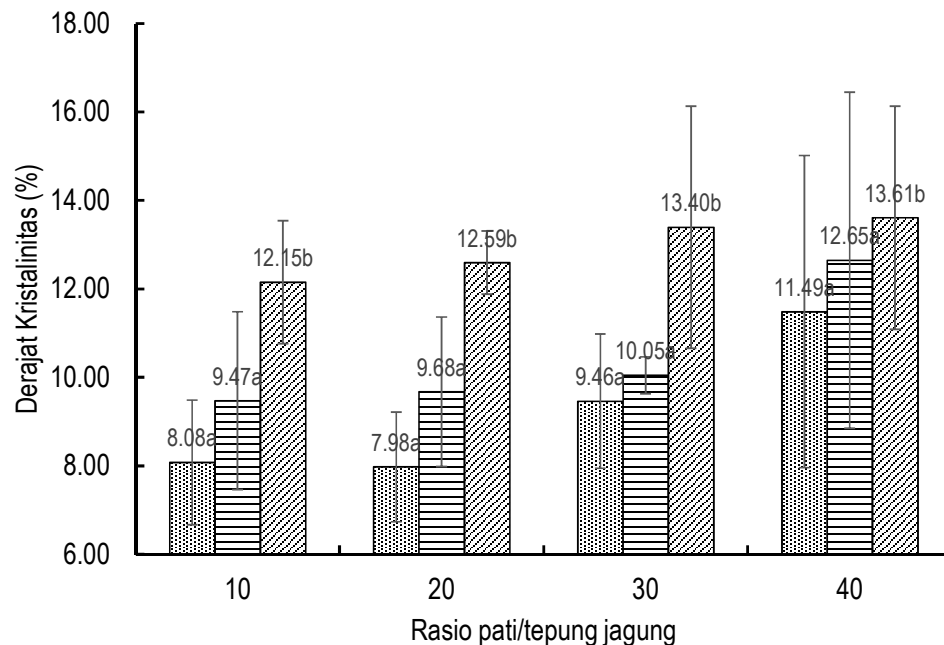
No	Parameter	Tepung jagung	Pati jagung
1	Pati (%)	71.20 \pm 2.14	86.73 \pm 2.81
2	Amilosa (%)	14.62 \pm 0.13	38.29 \pm 0.34
3	Serat (%)	5.93 \pm 0.06	0.46 \pm 0.07

Difraktogram sinar X menunjukkan bahwa tepung dan pati jagung keduanya mempunyai tipe kristal yang sama yaitu tipe kristal A yang ditandai dengan adanya peak-peak pada sudut refleksi 2θ : 15, 17, 18 dan 23° . Namun demikian derajat kristalinitas pati jagung (29.08%) lebih rendah dibanding derajat kristalinitas tepung jagung (32.75%). Perbedaan tersebut disebabkan oleh kadar amilosa pati jagung yang lebih tinggi (38.29%) daripada tepung jagung (14.62%). Komponen amilosa tidak terlibat dalam pembentukan kristal di dalam granula pati yang terbentuk dari struktur *double helice* rantai cabang molekul amilopektin (Cheetham dan Tao 1998).

Tipe Kristal dan Derajat Kristalinitas Beras Analog.

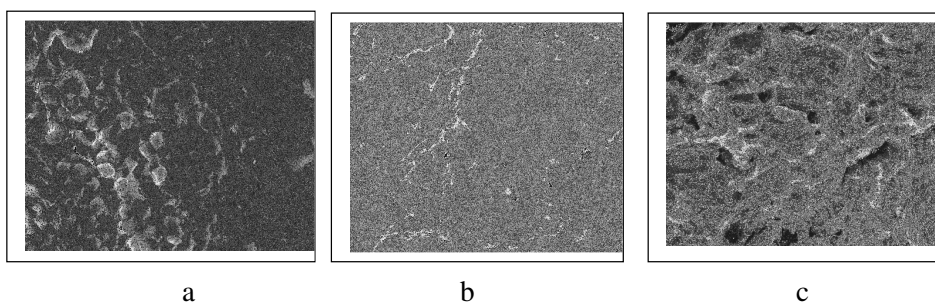
Proses ekstrusi pembuatan beras analog pada berbagai perlakuan percobaan (suhu ekstrusi 70, 80, 90 °C dan rasio pati/tepung jagung 10/90, 20/80, 30/70, 40/60 w/w) telah mengubah bentuk tipe kristal bahan tepung jagung dari A menjadi V yang ditandai dengan bergesernya peak kurva kromatogram dari 15, 17, 18 dan 23° menjadi 7°, 13° dan 20°. Perubahan bentuk tipe kristal tersebut disebabkan oleh terjadinya pembentukan senyawa kompleks amilosa-lipid pada saat proses ekstrusi. Pembentukan senyawa kompleks amilosa-lipid juga dilaporkan oleh Mercier *et al.* (1979) setelah melakukan ekstrusi pati jagung pada suhu 70–135 °C dan kadar air 22% serta Frost *et al.* (2009) yang mengekstrusi pati jagung pada suhu 60–100 °C. Beras IR 64 yang digunakan sebagai kontrol memiliki tipe kristal A sama seperti tepung jagung karena keduanya termasuk golongan sereal.

Pengaruh temperatur ekstrusi dan rasio pati/tepung jagung terhadap derajat kristalinitas ditampilkan pada Gambar 1. Kedua faktor cenderung meningkatkan derajat kristalinitas beras analog. Namun analisa statistik (uji anova pada taraf uji $p=0,05$) menunjukkan bahwa hanya perlakuan temperatur ekstrusi yang memberikan pengaruh secara signifikan terhadap derajat kristalinitas beras analog yang dihasilkan. Faktor rasio pati/tepung jagung dan interaksi antara temperatur ekstrusi-rasio pati/tepung jagung tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap derajat kristalinitas beras analog.



Gambar 1. Grafik derajat kristalinitas (DK) vs rasio pati/tepung jagung (■ suhu 70 °C, ▨ 80 °C dan ▩ 90 °C). Huruf yang sama di ujung luar kolom menunjukkan tidak berbeda nyata ($p>0.05$).

Peningkatan temperatur ekstrusi dari 70 °C sampai 90 °C telah meningkatkan derajat kristalinitas beras analog sekitar 1.4 kali. Hal ini menunjukkan bahwa molekul-molekul senyawa kompleks amilosa lipid yang terbentuk tersusun semakin teratur dengan meningkatnya temperatur ekstrusi. Energi dari peningkatan temperatur ekstrusi dapat menyusun kembali senyawa kompleks amilosa-lipid yang tersusun secara acak menjadi lebih teratur. Namun derajat kristalinitas beras analog pada suhu 70 °C relatif hampir sama dengan suhu 80 °C dan derajat kristalinitas keduanya berbeda cukup jauh dengan suhu 90 °C. Kecenderungan ini juga terkonfirmasi dengan analisa statistic dengan menggunakan uji Duncan pada level $p=0.05$. Hasil analisa DSC memperlihatkan bahwa beras analog yang diperoleh pada suhu 70 dan 80 °C mempunyai suhu/titik leleh (T_m) 96 °C dan beras analog yang diperoleh pada suhu 90 °C memiliki titik leleh (T_m) 113 °C. Menurut Gelders *et al.* (2004), titik leleh 96 °C merupakan suhu leleh dari senyawa kompleks amilosa-lipid tipe I yang dibentuk dari reaksi amilosa rantai pendek dengan lipid (gliserol monostearat). Kristal senyawa kompleks amilosa-lipid tipe I terbentuk melalui pembentukan inti yang cepat pada temperature ekstrusi kurang dari 80 °C, yang menyebabkan helice senyawa kompleks amilosa lipid terdistribusi secara acak (Bail *et al.* 1999). Sedangkan titik leleh 113 °C adalah suhu leleh dari senyawa kompleks amilosa-lipid tipe II yang merupakan hasil reaksi dari amilosa rantai panjang dengan gliserol monostearat. Senyawa kompleks amilosa-lipid tipe II yang tersusun dari amilosa rantai panjang memiliki kemampuan untuk mengorganisasikan diri membentuk susunan molekul yang lebih teratur (Gelders *et al.* 2004). Beras IR 64 yang menjadi kontrol mempunyai derajat kristalinitas 33.63% lebih tinggi dibanding beras analog. Kristalinitas beras IR64 berasal dari rantai cabang-rantai cabang amilopektin yang membentuk double helice dan terususun sejajar dalam tumpukan yang teratur atau kristal (Cheetham dan Tao 1998).



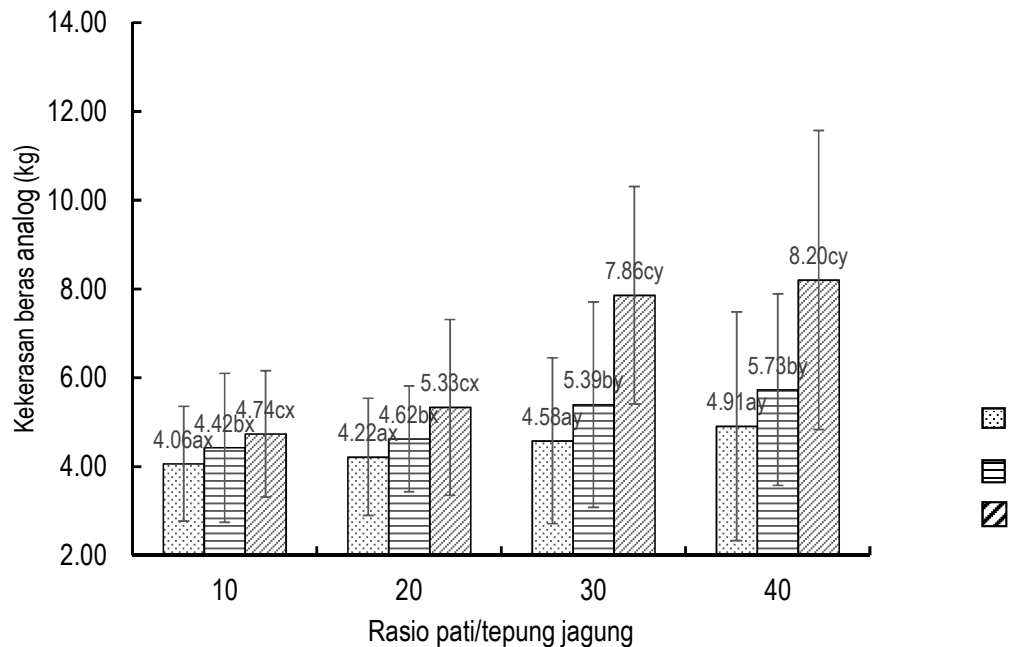
Gambar 2. Foto *Scanning Electron Microscope* (SEM) perbesaran 750x dari beras analog dengan suhu ekstrusi 70 °C (a), 80 °C (b) dan 90 °C (c).

Kekerasan Beras Analog

Kekerasan merupakan parameter yang digunakan untuk mengukur kekuatan biji beras analog terhadap gaya yang menekannya atau dapat didefinisikan sebagai kekuatan hancur beras analog (Ajeigbe *et al.* 2008). Pengaruh temperatur ekstrusi dan rasio pati/tepung jagung terhadap kekerasan beras analog ditampilkan pada Gambar 3. Seperti derajat kristalinitas, kedua faktor cenderung meningkatkan kekerasan beras analog. Analisa statistik (uji anova pada taraf $p=0.05$) memperlihatkan bahwa perlakuan temperatur ekstrusi,

rasio pati/tepung jagung, dan interaksi antara temperatur ekstrusi-rasio pati/tepung jagung memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kekerasan beras analog.

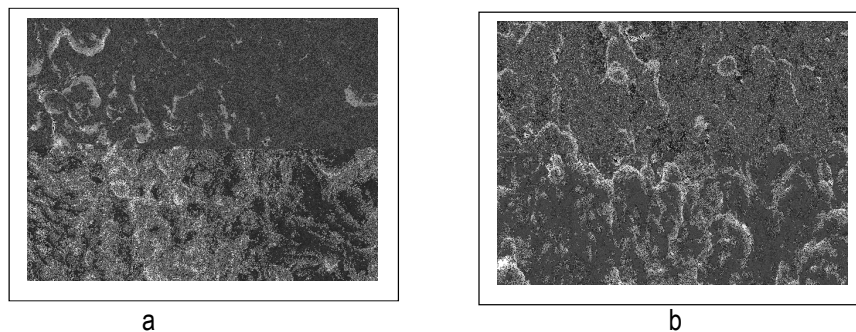
Peningkatan temperatur ekstrusi dari 70 °C menjadi 90 °C telah meningkatkan kekerasan beras analog sekitar 1.5 kali yang disebabkan oleh meningkatnya derajat kristalinitas beras analog. Semakin tinggi derajat kristalinitas beras analog maka semakin teratur susunan molekul senyawa kompleks amilosa-lipid sehingga gaya antar molekul menjadi semakin kuat. Khususnya pada temperatur ekstrusi 90 °C, senyawa kompleks amilosa-lipid tipe II yang tersusun dari molekul amilosa rantai panjang terbentuk dan memiliki derajat kristalinitas yang lebih tinggi dibanding derajat kristalinitas senyawa kompleks amilosa lipid tipe I yang terbentuk pada temperatur ekstrusi kurang dari 80 °C dari molekul amilosa rantai pendek. Hal ini akan berdampak pada jumlah energi yang dibutuhkan untuk memutuskan ikatan tersebut atau untuk merusak beras analog tersebut semakin besar, yang berarti bahwa beras analog tersebut semakin keras. Meningkatnya kekerasan beras analog akibat peningkatan suhu ekstrusi juga bisa dilihat dari mikrostruktur beras analog dengan menggunakan SEM. Hasil foto SEM potongan melintang beras analog pada suhu 70 °C menunjukkan bahwa partikel-partikel beras analog tampak tidak terikat kuat (Gambar 2a). Oleh karena itu ikatan-ikatan antar partikel beras analog mudah dipatahkan dan beras menjadi menjadi rapuh atau mudah pecah. Pada temperatur ekstrusi 80 °C, partikel-partikel tampak mulai meleleh dan sedikit terikat (Gambar 2b). Ikatan antar partikel yang muncul di dalam butiran beras analog meningkatkan kekuatan beras analog. Sedangkan pada temperatur ekstrusi 90 °C partikel-partikel sudah meleleh dan terikat sempurna sehingga meningkatkan kekuatannya butiran beras analog (Gambar 2c). Peningkatan temperatur ekstrusi meningkatkan jumlah ikatan antar partikel sehingga meningkatkan kekerasan butiran beras analog.



Gambar 3. Grafik kekerasan beras analog vs rasio pati/tepung jagung pada suhu 70 °C, 80 °C dan 90 °C. Huruf yang sama di ujung luar kolom menunjukkan tidak berbeda nyata ($p > 0.05$). Huruf a, b, c untuk faktor temperatur ekstrusi dan huruf x, y untuk faktor rasio pati/tepung jagung.

Perlakuan peningkatan rasio pati/tepung jagung di dalam adonan meningkatkan kekerasan butiran beras analog sekitar 1.4 kali. Fenomena peningkatan kekerasan beras analog akibat peningkatan rasio pati/tepung jagung disebabkan oleh meningkatnya kadar amilosa dalam adonan/beras analog. Pati jagung yang ditambahkan ke tepung jagung mempunyai kadar amilosa yang cukup tinggi ($\pm 38.29\%$) sehingga penambahan jumlah pati jagung akan meningkatkan kadar amilosa dalam adonan. Komponen amilosa yang tidak terkonversi menjadi senyawa kompleks amilosa lipid merupakan senyawa amilosa bebas yang akan berfungsi sebagai pengikat molekul-molekul amilopektin terdegradasi atau partikel-partikel beras analog (Singh *et al.* 2005). Peningkatan kadar amilosa akan mendorong meningkatnya ikatan *network* antar molekul-molekul amilopektin terdegradasi sehingga akan meningkatkan kekuatan atau kekerasan beras analog. Analisa statistik dengan menggunakan uji Duncan menunjukkan bahwa kekerasan beras analog pada rasio pati/tepung jagung 10/90 dan 20/80 tidak berbeda nyata tetapi kekerasan beras analog pada rasio pati/tepung jagung 20/80 dan 30/70 tampak berbeda nyata. Sedangkan kekerasan beras analog pada rasio pati/tepung jagung 30/70 dan 40/60 juga tampak tidak berbeda nyata. Peningkatan rasio pati/tepung jagung dari 10/90 menjadi 20/80 tidak mampu meningkatkan kekerasan beras analog secara signifikan. Ketika rasio pati/tepung jagung mencapai 30/70, kekerasan beras analog yang dihasilkan meningkat cukup signifikan. Singh *et al.* (2005) yang membandingkan sifat-sifat kimia fisik beras sosoh dari berbagai varietas melaporkan bahwa kadar amilosa mempunyai korelasi positif yang sangat kuat

Kontribusi peningkatan rasio pati/tepung jagung terhadap kekerasan beras dapat juga dilihat dari mikrostruktur beras analog dengan menggunakan SEM. Pada foto SEM beras analog dengan rasio pati/tepung jagung 10/90 (Gambar 4a) menunjukkan bahwa partikel-partikel padatan beras analog tampak tidak terikat sehingga mudah dipisahkan/pecah. Sedangkan pada foto SEM beras analog dengan rasio pati/tepung jagung 40/60 (Gambar 4b) sebagian besar partikel-partikel padatan beras analog tampak terikat. Adanya ikatan-ikatan antar partikel ini menyebabkan meningkatnya kekerasan beras analog. Beras IR 64 yang menjadi kontrol mempunyai kekerasan 4,21 kg sama dengan kekerasan beras analog pada semua perlakuan kecuali beras analog pada perlakuan temperatur ekstrusi 80 °C dan rasio pati jagung 30/70 – 40/60 dan beras analog pada temperatur ekstrusi 90 °C dan rasio pati/tepung jagung 20/80 – 40/60.



Gambar 4. Foto *Scanning Electron Microscope* (SEM) perbesaran 750x dari beras analog dengan rasio pati/tepung jagung 10/90 (a) dan 40/60 (b).

Derajat kristalinitas beras analog menunjukkan korelasi yang positif dengan kekerasan beras analog ($r = 0.746$, $p = 0.05$). Peningkatan derajat kristalinitas beras analog meningkatkan keteraturan susunan molekul-molekul senyawa kompleks amilosa lipid di dalam beras analog sehingga ikatan antar molekul menjadi lebih kuat dan butiran beras analog menjadi lebih keras

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa data hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa proses ekstrusi panas dapat mengubah tipe kristal A bahan menjadi tipe kristal V beras analog. Peningkatan temperatur ekstrusi meningkatkan derajat kristalinitas beras analog 1.4 kali dan kekerasan beras analog 1.5 kali. Peningkatan rasio pati/tepung jagung meningkatkan kekerasan beras

analog 1.4 kali. Peningkatan derajat kristalinitas beras analog berkorelasi positif dengan peningkatan kekerasan beras analog.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan yang telah membiayai penelitian ini lewat skim Hibah Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi tahun 2014.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajeigbe HA, Ihedioha D, Chikoye D. 2008. Variation in physico-chemical properties of seed of selected improved varieties of Cowpea as it relates to industrial utilization of the crop. *African Journal of Biotechnology*. 7(20):3642-3647
- AOAC. 2009. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. Gaithersburg, MD, USA: AOAC International.
- Bail PL, Bizot H, Ollivon M, Keller G, Bourgaux C, Bule'on A. 1999. Monitoring the crystallization of amylose-lipid complexes during maize starch melting by synchrotron X-ray diffraction. *Biopolymers*. 50:99–110
- Barron C, Bouchet B, Valle GD, Gallant DJ, Planchot V. 2001. Microscopical study of the destructuring of waxy maize and smooth pea starches by shear and heat at low hydration. *Journal of Cereal Science*. 33:289 - 300.doi:10.1006/jcrs.2000.0368.
- Budi FS, Hariyadi P, Budijanto S, Syah D. 2015. Effect of dough moisture content and extrusion temperature on degree of gelatinization and crystallinity of rice analogues. *Journal of Development in Sustainable Agriculture*. 10:1-10
- Budijanto S, Muaris HJ. 2013. *Beras Analog*. Jakarta PT Gramedia Pustaka Utama.
- Cheetham NWH, Tao L. 1998. Variation in crystalline type with amylose content in maize starch granules: an X-ray powder diffraction study. *Carbohydrate Polymers*. 36:277–284
- Eckhoff SR, Watson SA. 2009. *Sorghum starches: Production. Starch: Chemistry and Technology*. Di dalam: BeMiller J, et al., editor. Burlington, USA, Academic Press: 373.
- Einde RMVD, Dergoot AJV, Boom RM. 2003. Understanding molecular weight reduction of starch during heating-shearing process. *Journal of Food Science* 68(8):2396-2404.doi:10.1111/j.1365.2621.2003.tb070b.x
- Frost K, Kaminski D, Kirwan G, Lascaris E, Shanks R. 2009. Crystallinity and structure of starch using wide angle X-ray scattering. *Carbohydrate Polymers*. 78:543-548.doi:10.1016/j.carbpol.2009.05.018.
- Gelders GG, Vanderstukken TC, Goesart H, Delcour JA. 2004. Amylose-lipid complexation: a new fractionation method. *Carbohydrate Polymers*. 56:447–458.doi:10.1016/j.carbpol.2004.03.012.

- Goldstein JI, Newbury DE, Echilin P, Joy DC, Jr. ADR, Lyman CE, Fiori C, Lifshin E. 1992. *Scanning Electron Microscopy and X-Rays Microanalysis : A Text for Biologist, Materials Scientist, and Cytologists*. New York: Plemun Press.
- Guha M, Ali SZ, Bhattacharya S. 2003. Screening of variables for extrusion of rice flour employing a Plackett–Burman design. *Journal of Food Engineering*. 57:135–144.doi:10.1016/S0260-8774(02)00282-0.
- Koide K, Fukushima T, Tomita T, Kuwata T (1999). Fabricated rice. us patent. Japan, Meiji Milk Products, Co., Ltd. **5.932.271**.
- Laurentin A, Edwards CA. 2003. A microtiter modification of the anthrone-sulfuric acid colorimetric assay for glucose-based carbohydrates. *Analytical Biochemistry*. 315:143–145.doi:10.1016/S0003-2697(02)00704-2.
- Machmur M, Dahrulsyah, Sawit MH, Subagyo A, Rachman B. 2011. *Diversifikasi pangan solusi tepat membangun ketahanan pangan nasional*: Badan Ketahanan Pangan Kementrian Pertanian.
- Mishra A, Mishra HN, Rao PS. 2012. Preparation of rice analogues using extrusion technology. *International Journal of Food Science and Technology*.1-9.doi:10.1111/j.1365-2621.2012.03035.x.
- Peplinski AJ, Anderson RA, Alaksiewicz FB. 1984. Corn dry milling studies: Shortened mill flow and reduce temper time and moisture. *Cereal Chemistry*. 61:60 - 62
- Scella RP, Hegedus E, Giaccone J, Bruins HB, Benjamin EJ, Baililie IC (1986). Extruded quick-cooking rice-like product. European Patent. US. **EP 0226375**.
- Singh N, Kaur L, Sodhi NS, Sekhon KS. 2005. Physicochemical, cooking and textural properties of milled rice from different Indian rice cultivars. *Food Chemistry*. 89:253-259.doi:10.1016/j.foodchem.2004.02.032.
- Srichuwong S, Sunarti TC, Mishima T, Isono N, Hisamatsu M. 2005. Starches from different botanical sources I: Contribution of amylopectin fine structure to thermal properties and enzyme digestibility. *Carbohydrate Polymers*. 60:529–538.doi:10.1016/j.carbpol.2005.03.004.
- Terinte N, Ibbett R, Schuster KC. 2011. Overview on native cellulose and microcrystalline cellulose I structure studied by X-ray diffraction (WAXD): Comparison between measurement techniques. *Lenzinger Berichte*. 89:118-131
- Thachil MT, Chouksey MK, Gudipati V. 2014. Amylose-lipid complex formation during extrusion cooking: effect of added lipid type and amylose level on corn-based puffed snacks. *International Journal of Food Science and Technology*. 49:309-316.doi:10.1111/ijfs.12333.
- Vermeulen R, Goderis B, Delcour JA. 2006. An X-ray study of hydrothermally treated potato starch. *Carbohydrate Polymers*. 64:364-375
- Wenger ML, Huber GR (1988). Low Shear Extrusion Process for Manufacturing of Quick Cooking Rice. us patent, Wenger Manufacturing, Inc., Sabetha, Kans. **4.769.251**.
- William PC, Kuzina FD, Hylinkal I. 1970. Rapid colorimetric procedure for estimating the amylose content of starches and flours. *Cereal Chemistry*. 47:411-420

- Xie F, Yu L, Su B, Liu P, Wang J, Liu H, Chen L. 2009. Rheological properties of starches with different amylose/amylopectin ratios. *Journal of Cereal Science*. 49:371-377.doi:10.1016/j.jcs.2009.01.002.
- Zhuang H, An H, Chen H, Xie Z, Zhao J, Xu X, Jin Z. 2010. Effect of extrusion parameters on physicochemical properties of hybrid Indica Rice (Type 9718) extrudates. *Journal of Food Processing and Preservation*. 34:1080-1102.doi:10.1111/j.1745-4549.2009.00439.x.

STABILITAS PEWARNA ALAMI SERBUK BIT MERAH DALAM ADONAN TEPUNG MOCAF SELAMA PENGUKUSAN

Nies Mayangsari, Victoria Kristina Ananingsih*, Alberta Rika Pratiwi
Prodi Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Pertanian
Jl. Pawiatan Luhur IV/1 Bendan Dhuwur, Semarang, Indonesia

*Email: kristina@unika.ac.id

ABSTRACT

Bit merah dapat diaplikasikan sebagai pewarna alami makanan. Pengolahan ekstrak bit merah menjadi serbuk dapat memperpanjang umur simpan bit merah. Pengolahan semprot (spray drying) dapat diaplikasikan untuk membuat serbuk pewarna alami bit merah. Serbuk pewarna alami bit merah yang dihasilkan mengandung antioksidan yang tinggi (%inhibition 86,08). Sumber antioksidan utama dalam serbuk bit merah adalah betalain yang berkontribusi memberikan warna merah. Pigmen betalain mengandung komponen betasianin dan betasantin. Serbuk bit merah dapat diaplikasikan dalam berbagai produk bakeri dan makanan tradisional. Salah satu aplikasinya adalah menggunakan bahan tepung mocaf (modified cassava flour). Tepung ini diolah dari ubi kayu yang difermentasi. Kandungan pati yang tinggi dalam mocaf dapat berinteraksi dengan serbuk bit merah selama pengukusan. Namun, stabilitas pigmen betalain dan antioksidan menjadi berkurang selama pengukusan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh proses pengukusan terhadap kestabilan pigmen betalain, aktivitas antioksidan (% inhibition), serta intensitas warna serbuk bit merah yang ditambahkan pada adonan tepung mocaf dengan variasi konsentrasi yang berbeda. Penelitian ini menggunakan serbuk bit merah dengan perbandingan konsentrasi 0%, 10%, dan 20% (dari berat tepung). Analisa intensitas warna adonan dilakukan pada menit ke-0, 3, 6, 9, 12, dan 15. Selain itu dilakukan juga analisa betalain dan analisa aktivitas antioksidan pada menit ke-0 dan ke-15, serta analisa tekstur setelah proses pengukusan adonan mocaf. Adonan dengan penambahan serbuk bit merah 20% sebelum pengukusan memiliki kandungan betalain (betasianin 61.07 ± 2.12 ppm & betaxanthin 27.13 ± 1.62 ppm), aktivitas antioksidan yang dinyatakan dalam % inhibition (35.93 ± 1.85 %), serta intensitas warna merah (32.69 ± 0.83) tertinggi. Adanya perlakuan proses pengukusan memberikan hasil yang berbeda nyata pada kandungan betalain, aktivitas antioksidan dan intensitas warna.

Kata kunci: bit merah, serbuk, betalain, mocaf

1. PENDAHULUAN

Pewarna makanan merupakan bahan tambahan makanan yang dimanfaatkan untuk memberikan warna pada makanan sehingga menjadi lebih menarik untuk dikonsumsi. Pewarna pada makanan dibedakan menjadi 2 golongan, yaitu pewarna alami dan pewarna sintetis. Pewarna sintetis memang lebih sering digunakan karena memberikan keuntungan

lebih bagi pelaku produsen. Pewarna alami sebenarnya berpeluang dikembangkan untuk dapat menggantikan pewarna sintetis dalam bentuk cair maupun serbuk.

Salah satu serbuk pewarna alami yang dapat diaplikasikan sebagai pewarna makanan dapat berasal dari bit merah (*Beta vulgaris* L.). Selain itu, bit merah juga dapat berperan sebagai sumber antioksidan. Betalain adalah salah satu yang menjadi sumber antioksidan utama di dalam bit merah. Selain itu, juga terkandung kelompok antioksidan flavonoid dan fenolik (canadanovic-Brunet et al., 2011). Bit merah memiliki konsentrasi betalain yang tinggi, sehingga banyak digunakan sebagai pewarna makanan alami karena juga memiliki efek baik bagi kesehatan. Produk yang sering mengaplikasikan pewarna adalah produk bakery. Tepung mocaf merupakan salah satu tepung lokal yang saat ini mulai dikenal oleh masyarakat untuk pembuatan produk bakery. Tepung ini berasal dari modifikasi ubi kayu (singkong) dengan cara fermentasi. Tepung ini memiliki kadar pati yang tinggi (87,3%) karena kaya akan karbohidrat (Salim, 2011).

Pada saat proses pengolahan, pati yang berasal dari mocaf dapat berinteraksi dengan pigmen bit merah sehingga keduanya dapat dikombinasikan (Yashinta, 2014). Namun, permasalahannya yang muncul adalah stabilitas pigmen dan aktivitas antioksidan betalain berkurang ketika terjadi proses pemanasan (K. Ravichandran et al., 2013). Adanya peningkatan suhu dan lamanya waktu selama proses pengolahan dapat menyebabkan degradasi pigmen betalain yang mengakibatkan terjadinya penurunan intensitas warna pigmen (Azeredo, 2006). Oleh karena itu, pentingnya dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh proses pengukusan terhadap kestabilan pigmen betalain, aktivitas antioksidan, kandungan pati, serta intensitas warna serbuk bit merah yang ditambahkan pada adonan tepung mocaf dengan variasi konsentrasi yang berbeda.

2. MATERI DAN METODE

2.1 Bahan dan Alat

Pada pembuatan serbuk bit merah bahan yang digunakan yaitu bit merah (*Beta vulgaris* L.) yang diperoleh dari petani di Kopeng Jawa Tengah, asam askorbat, maltodekstrin DE 10, dan aquades. Bahan-bahan untuk pembuatan adonan tepung mocaf yaitu tepung mocaf, serbuk bit merah, dan air mineral. Reagen yang digunakan pada pengujian fisikokimia yaitu DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl), metanol, etanol 50%, aquades, larutan iod, NaOH 1N, asam asetat 1N, dan etanol 95%.

Alat yang digunakan untuk proses penyerbukan bit merah yaitu spray dryer (PT Industri Jamu Borobudur), baskom, timbangan analitik, gelas ukur, pisau, kain saring, pH meter, homogenizer, juicer, dan mesh 60. Alat untuk pembuatan sampel yaitu mixer, timbangan, panci pengukus, kompor, loyang berukuran 10 x 5 cm. Sedangkan untuk uji fisikokimia, alat-alat yang digunakan yaitu tabung reaksi, rak tabung reaksi, tabung vial, pipet volume, pompa pilleus, labu takar, beaker glass, gelas arloji, aluminium foil, plastik PE, pengaduk besi, freeze dryer, waterbath, homogenizer, centrifuge, tabung centrifuge, spektrofotometer (UV-Vis mini 1240 Shimadzu), cuvet, chromameter (Minolta CR-400), dan texture analyzer (Lloyd Instruments seri TA Plus).

2.2 Metode Penelitian

2.2.1 Pembuatan serbuk bit merah

Bit merah dicuci, disortasi dan dikupas untuk dihilangkan kulitnya. Setelah itu, bit merah dipotong sampai terbentuk beberapa bagian, lalu dimasukkan ke dalam juicer dan ditambahkan air (perbandingan air dan bit adalah 1:2). Hasil ekstrakanya disaring menggunakan kain saring dan ditambahkan asam askorbat pada filtrat hingga pH 5 (Cai & Corke, 2000). Ekstrak bit ditambahkan maltodektrin DE 10 sebesar 60% dan dihomogenkan menggunakan homogenizer (Khin et al., 2006). Hasil campuran ekstrak bit merah dan maltodektrin kemudian dikeringkan menggunakan spray dryer yang dioperasikan pada 150°C suhu inlet serta 90°C suhu outlet. Serbuk bit merah lalu diayak dengan mesh 60.

2.2.2 Formulasi dan pembuatan sampel

Pembuatan sampel pertama-tama, serbuk bit merah dicampurkan dalam air. Kemudian larutan bit merah ditambahkan pada tepung mocaf dan dihomogenkan menggunakan mixer dengan kecepatan level 1 selama 25 detik. Sebanyak 30 gram adonan dimasukkan dalam loyang dan dikukus selama 15 menit hingga terjadi proses gelatinisasi secara menyeluruh atau membentuk adonan yang lebih padat.

Tabel 1. Formulasi Adonan Mocaf dengan Penambahan Serbuk Bit Merah yang Berbeda-beda

Bahan	Konsentrasi 0%	Konsentrasi 20%	Konsentrasi 10%
<i>Mocaf</i>	100 gram	100 gram	100 gram
Air	100 gram	100 gram	100 gram
Serbuk bit merah	0 gram	10 gram	20 gram

Keterangan: % konsentrasi serbuk bit merah dalam basis berat tepung mocaf

2.2.3 Analisa Fisikokimia

2.2.3.1 Analisis Kandungan Betalains (Ravichandran et al., 2013)

Ekstraksi Betalain

Sampel dikeringkan menggunakan Freeze dryer dan hasilnya ditimbang sebanyak 0,1 g. Sampel diekstrak dalam 10 ml etanol 50% dan diagitasi selama 10 detik. Kemudian larutan disentrifugasi pada 6000 rpm selama 10 menit. Supernatan diambil dan sentrifugasi diulang kembali sebanyak 2 kali hingga dihasilkan ekstrak betalain.

Penentuan Kandungan Betalain

Kandungan betalain ditentukan dengan penentuan komponen betasianin dan betasantin menggunakan UV-vis spektrofotometer pada panjang gelombang 538 nm dan 480 nm. Rumus yang digunakan dalam penentuan betalain adalah:

$$BC = [(A \times DF \times MW \times 1000) / (e \times 1)]$$

Ket: BC adalah kandungan betalain (mg/L); A absorbansi; DF faktor pengenceran; l tebal cuvet (1 cm); MW (berat molekul) dan e (koefisien ekstinsi molar) betasianin (MW= 550 g/mol dan e= 60,000 L/mol cm dalam H₂O) dan betasantin (MW= 308 g/mol dan e= 48,000 L/mol cm dalam H₂O).

2.2.3.2 Analisis Aktivitas Antioksidan (Brand-William et al., 1995)

Sampel dikeringkan menggunakan Freeze dryer dan hasilnya ditimbang sebanyak 0,5 g. Sampel diekstrak dengan 5 ml methanol selama 2 jam di dalam ruang gelap. Hasil dari ekstraksi kemudian diambil sebanyak 0,1 ml dan direaksikan dengan 3,9 ml larutan DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) 6×10^{-5} mol/L (2,9 mg DPPH dalam 100 ml methanol) selama 30 menit. Pengukuran absorbansi larutan dilakukan dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 515 nm pada t=0 dan t=30. Blanko dibuat dengan mereaksikan methanol dan 3,9 ml larutan DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl). Aktivitas antioksidan terukur sebagai % inhibition dan dihitung menggunakan rumus :

$$\% \text{ inhibition} = [1 - (A_{t=30} / A_{t=0})] \times 100$$

2.2.3.3 Analisis Intensitas Warna (Khrisna & Kantha, 2005)

Analisa intensitas warna dilakukan menggunakan Chromameter Minolta CR-400. Sebelum itu, maka alat tersebut harus dikalibrasi terlebih dahulu dengan cara menembakkan sensor chromameter pada plat putih. Sampel diuji warnanya dengan menembakkan chromameter dipermukaan sampel yang telah dilapisi oleh plastik bening. Analisa ini menggunakan sistem hunter L*, a*, dan b*. L* menunjukan tingkat kecerahan (lightness). Nilai positif (+L*) menunjukan terang (light), nilai negatif (-L*) yaitu berwarna gelap. Nilai a* positif (+a*) menunjukan warna kemerahan, sedangkan a* negatif (-a*) menunjukan kehijauan. Sedangkan untuk b*, positif (+b*) menunjukan warna kekuningan, dan negatif (-b*) menunjukan warna kebiruan.

2.2.3.4 Analisis Kandungan Pati (Apriyantono et al, 1989).

Pembuatan Kurva Standar

Amilosa murni ditimbang 40 mg, lalu direaksikan dengan 1 ml etanol 95% dan 9 ml NaOH 1 N. Campuran larutan dipanaskan dalam air mendidih selama 10 menit hingga membentuk gel. Selanjutnya dilakukan pengenceran dengan aquades hingga 100 ml. Larutan dibagi masing-masing sebanyak 1 ml, 2 ml, 3 ml, 4 ml, dan 5 ml. Asam asetat 1 N ditambahkan, masing-masing 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; dan 1,0 ml dan 2 ml larutan iod. Larutan diencerkan hingga 100 ml dan didiamkan selama 20 menit. Kemudian, larutan tersebut diukur absorbansinya dengan panjang gelombang 625 nm. Hasil dibuat kurva standar antara konsentrasi amilosa dan absorbansi.

Penetapan Kadar Amilosa Sampel

Sampel 100 mg ditambahkan 1 ml etanol 95% dan 9 ml NaOH 1 N. Sampel kemudian dipanaskan dalam air mendidih selama 10 menit hingga membentuk gel. Campuran larutan diencerkan dengan aquades hingga 100 ml. Hasil pengenceran diambil 5 ml lalu ditambahkan 1 ml asam asetat 1 N dan 2 ml larutan iod. Selanjutnya, dilakukan pengenceran

hingga 100 ml dan didiamkan selama 20 menit. Larutan sampel diukur absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 625 nm dan dihitung kadar amilosanya. Kadar amilosa ditentukan menggunakan kurva standar.

$$\text{Kadar Amilopektin (\%)} = 100 \% - \text{Kadar Amilosa}$$

2.2.3.5 Analisa Tekstur

Analisa tekstur adonan diukur menggunakan alat Texture Analyzer dengan “silinder probe”, test speed sebesar 5 mm/s dan Trigger sebesar 10 gf. Lenght 5 mm dan sample compress 50%. Parameter tekstur yang diuji adalah hardness.

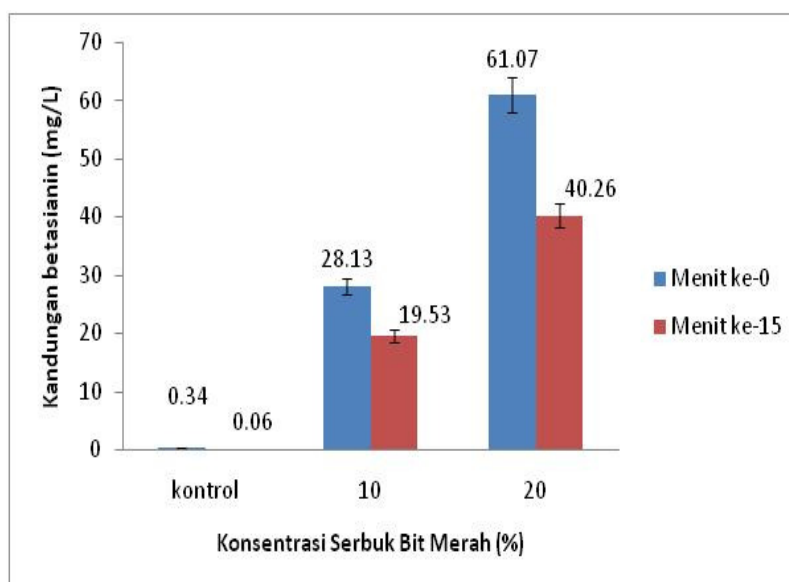
2.2.3.6 Analisa data (Walpole et al., 1998)

Analisis data dilakukan dengan menggunakan program SPSS (Statistical Package for The Social Science) for Windows versi 16.0. Uji beda analisis fisikokimia dengan menggunakan metode parametrik test berdasarkan One Way ANOVA dengan tingkat kepercayaan 95%.

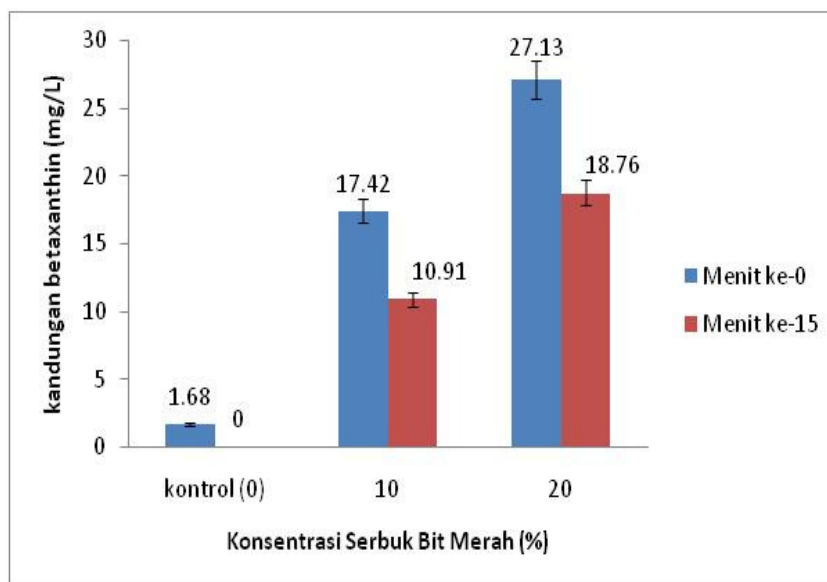
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kandungan Betalain

Betalain dapat digolongkan menjadi betacyanin dan betaxanthin. Menurut Pitalua et al. (2010), betacyanin berkontribusi memberi warna merah keunguan, sedangkan betaxanthin berkontribusi memberi warna kuning jingga. Oleh sebab itu, untuk mengetahui kandungan betalain perlu dilakukan pengukuran kandungan betacyanin dan betaxanthin.



Gambar 1. Kandungan Betacyanin Adonan Tepung Mocaf dengan Berbagai Variasi Konsentrasi Sebelum dan Sesudah Pengukusan



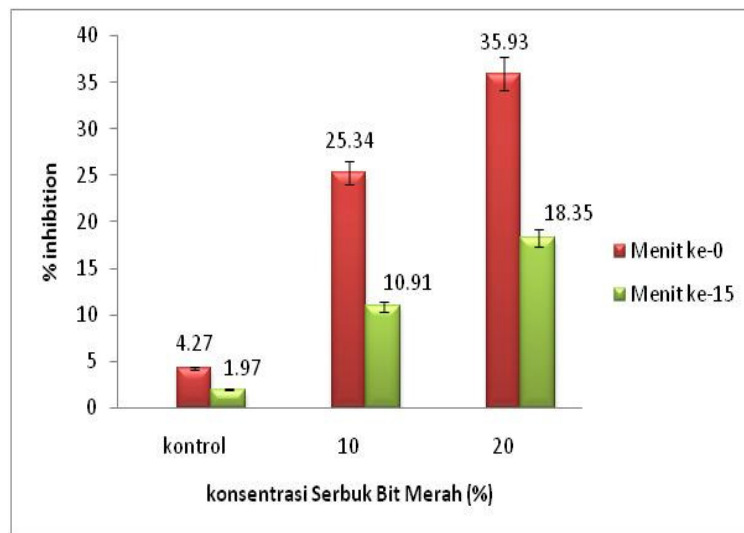
Gambar 2. Kandungan Betaxanthin Adonan Tepung Mocaf dengan Berbagai Variasi Konsentrasi Sebelum dan Sesudah Pengukusan

Berdasarkan Gambar 1 dan Gambar 2 dapat diketahui kandungan betasianin serta betaxanthin pada adonan mocaf sebelum dan sesudah proses pengukusan. Hasil kandungan betasianin dan betaxanthin tertinggi yaitu masing-masing sebesar 61.07 ± 2.12 mg/L dan 27.13 ± 1.62 mg/L terdapat pada adonan mocaf dengan perlakuan penambahan serbuk bit merah 20% menit ke-0. Hasil menunjukkan bahwa penambahan serbuk bit merah berpengaruh nyata pada peningkatan kandungan betasianin dan betaxanthin. Kandungan betasianin bit merah lebih tinggi daripada kandungan betaxanthinnya. Betalain memiliki berbagai macam komponen penyusun yaitu mengandung 50 komponen dari pigmen warna betasianin dan 20 komponen dari pigmen warna betaxanthin (MacDougall, 2002). Pigmen betasianin pada bit merah umumnya berkisar antara 50-75%, sedangkan pigmen betaxanthin berkisar antara 2-25%. Bit merah dapat menjadi sumber utama terbaik untuk mendapatkan pigmen betalain (Mastuti, 2010).

Warna pigmen betalain dapat berubah saat mengalami pemanasan yaitu dari pigmen berwarna merah-ungu menjadi lebih kearah kecoklatan (MacDougall, 2002). Oleh sebab itu, jumlah kandungan betalain yang terukur pada menit ke-15 lebih sedikit apabila dibandingkan pada menit ke-0. Hasil menunjukkan bahwa penambahan serbuk bit merah dan waktu pengukusan berpengaruh nyata pada kandungan betasianin dan betaxanthin. Terjadinya penurunan kandungan betasianin dan betaxanthin dipengaruhi oleh lamanya waktu pengukusan. Oleh sebab itu, kandungan betalain tertinggi didapatkan pada menit ke-0. Menurut Cai & Corke (2000), kestabilan pigmen pada bit merah umumnya ditentukan oleh beberapa faktor yaitu seperti pH, temperatur proses dan penyimpanan, proses pengolahan, keberadaan oksigen, pengaruh cahaya, water activity (Aw), adanya kation, serta pengemasan.

Semakin lama terkena panas, maka pigmen tersebut akan terdegradasi karena pigmen yang cenderung peka terhadap panas. Menurut K. Ravichandran et al. (2013), kandungan betalain akan berkurang seiring dengan adanya proses pengolahan. Suhu pengolahan dapat mendegradasi pigmen betalain yang diawali dengan pembukaan cincin heterosiklik dan pembentukan kalkon. Saat terjadi proses pemanasan, maka pigmen mengalami hidrolisis ikatan glikosidanya yang diikuti oleh perubahan keton menjadi kalkon. Perubahan tersebut kemudian menghasilkan alfa diketon (Andayani 1993; Widhiana 2000). Gaztonyi et al. (2001) menambahkan, bahwa betacyanin sendiri akan mengalami pengurangan warna selama proses pemasakan dan penyimpanan seperti pigmen pada umumnya.

3.2 Aktivitas Antioksidan



Gambar 3. Aktivitas Antioksidan Adonan Tepung Mocaf dengan Berbagai Variasi Konsentrasi Sebelum dan Sesudah Pengukusan

Berdasarkan Gambar 3, dapat diketahui bahwa penambahan serbuk bit merah dan waktu pengukusan yang berbeda berpengaruh secara nyata pada aktivitas antioksidan. Hasil % inhibition tertinggi yaitu sebesar $35.93 \pm 1.85\%$ terdapat pada adonan mocaf dengan perlakuan konsentrasi serbuk bit merah 20% menit ke-0. Sedangkan, hasil % inhibition terkecil yaitu sebesar $1.97 \pm 0.32\%$ terdapat pada adonan mocaf kontrol menit ke-15.

Tingginya aktivitas antioksidan pada adonan mocaf dengan penambahan serbuk bit merah karena bit merah mengandung pigmen yang bersifat sebagai antioksidan (K. Ravichandran et al., 2013). Penambahan serbuk bit merah pada adonan tepung mocaf berpengaruh secara signifikan terhadap peningkatan aktivitas antioksidan. Antioksidan tersebut akan mampu berikatan dengan senyawa spesifik pada radikal bebas yang diproduksi selama oksidasi dan menghasilkan degradasi warna pada DPPH. Semakin tinggi

aktivitas antioksidannya, maka semakin tinggi degradasi warna pada larutan DPPH (Fukumoto and Mazza, 2000).

Pada semua perlakuan berbagai konsentrasi, terjadi penurunan aktivitas antioksidan secara nyata selama proses pengukusan. Adonan mocaf konsentasi 0%, 10% dan 20% terjadi penurunan % inhibition masing-masing, yaitu $4.27 \pm 0.50\%$ menjadi $1.97 \pm 0.32\%$, $25.34 \pm 0.54\%$ menjadi $10.91 \pm 0.70\%$, dan $35.93 \pm 1.85\%$ menjadi $18.35 \pm 0.95\%$. Hasil tersebut menunjukkan lamanya waktu pengukusan berpengaruh nyata pada aktivitas antioksidan. Menurut Hendry & Houghton (1996), aktivitas antioksidan dapat dipengaruhi oleh faktor ekstrinsik seperti suhu dan lama pemrosesan serta penyimpanan, pH, adanya oksigen, cahaya, *water activity*.

Aktivitas antioksidan juga dapat dipengaruhi oleh banyaknya senyawa kimia yang terdapat di dalamnya (faktor intrinsik) yang berfungsi sebagai antioksidan. Salah satunya adalah pigmen betalain yang terdapat pada bit merah. Pigmen tersebut akan memberikan kontribusi terhadap tingginya aktivitas antioksidan pada bit merah (Miller et al., 2000). Semakin lama terjadi pemaparan pada suhu yang tinggi, maka akan semakin berkurang juga aktivitas antioksidannya. Lachman et al. (2005) menambahkan bahwa kandungan antioksidan pada bit merah dapat diperoleh dari betacyanins (sekitar 840-900 mg/kg), senyawa polifenol (350-2.760 mg/kg), asam askorbat (50-868 mg/kg), betanin (300-600 mg/kg), dan juga karetenoid (0,44 mg/kg).

3.3 Intensitas Warna

Warna merupakan parameter penting dari sebuah produk pangan karena secara visual faktor ini tampil lebih dahulu. Pengukuran warna secara objektif sering dilakukan untuk mengukur warna pada produk. Analisa warna sampel adonan mocaf dilihat berdasarkan tingkat kecerahan atau lightness (L), merah-hijau (a) dan kuning-biru (b).

Tabel 2. Intensitas warna adonan tepung mocaf dengan konsentrasi pewarna serbuk bit merah yang berbeda selama proses pengukusan

Konsentrasi bit merah	Waktu pemanasan (menit)	Nilai L	Nilai a*	Nilai b*
Kontrol (0%)	0	82.84 ± 1.27^a	0.59 ± 0.03^a	14.46 ± 0.19^i
	3	80.74 ± 0.39^m	0.82 ± 0.08^a	14.30 ± 0.40^{hi}
	6	66.10 ± 2.45^l	1.04 ± 0.09^{ab}	17.06 ± 0.80^j
	9	56.17 ± 1.67^i	2.17 ± 0.16^b	18.62 ± 0.83^k
	12	51.69 ± 0.90^h	2.08 ± 0.20^b	16.48 ± 0.92^j
	15	47.91 ± 1.27^f	1.48 ± 0.23^{ab}	13.69 ± 1.26^h

10%	0	62.57 ± 1.50 ^k	26.41 ± 0.91 ⁱ	6.35 ± 0.22 ^{ef}
	3	59.51 ± 0.61 ^j	24.53 ± 0.91 ^h	7.23 ± 0.22 ^e
	6	56.29 ± 1.08 ⁱ	23.06 ± 0.71 ^g	6.85 ± 0.39 ^{fg}
	9	49.69 ± 0.97 ^g	19.75 ± 0.64 ^f	5.53 ± 0.45 ^{cd}
	12	36.95 ± 1.41 ^d	16.43 ± 1.16 ^d	4.99 ± 0.42 ^{bc}
	15	33.73 ± 0.82 ^c	14.76 ± 0.76 ^c	4.41 ± 0.42 ^{ab}
20%	0	51.77 ± 0.65 ^h	32.69 ± 0.83 ^l	5.64 ± 0.16 ^{cd}
	3	49.70 ± 0.50 ^g	31.02 ± 1.06 ^k	5.78 ± 0.54 ^{de}
	6	44.40 ± 1.66 ^a	27.87 ± 1.98 ^j	4.50 ± 0.49 ^{ab}
	9	37.15 ± 1.24 ^d	23.15 ± 1.29 ^g	4.37 ± 0.42 ^{ab}
	12	29.86 ± 0.49 ^b	20.55 ± 1.30 ^f	4.20 ± 0.39 ^a
	15	27.14 ± 0.47 ^a	17.87 ± 1.34 ^a	4.93 ± 0.46 ^{bc}

Keterangan :

1. Semua nilai merupakan nilai rata-rata ± standar deviasi
2. Nilai dengan superscript yang berbeda pada tiap baris menunjukkan adanya perbedaan nyata antar perlakuan pada tingkat kepercayaan 95% ($p < 0,05$) dengan menggunakan uji Duncan.

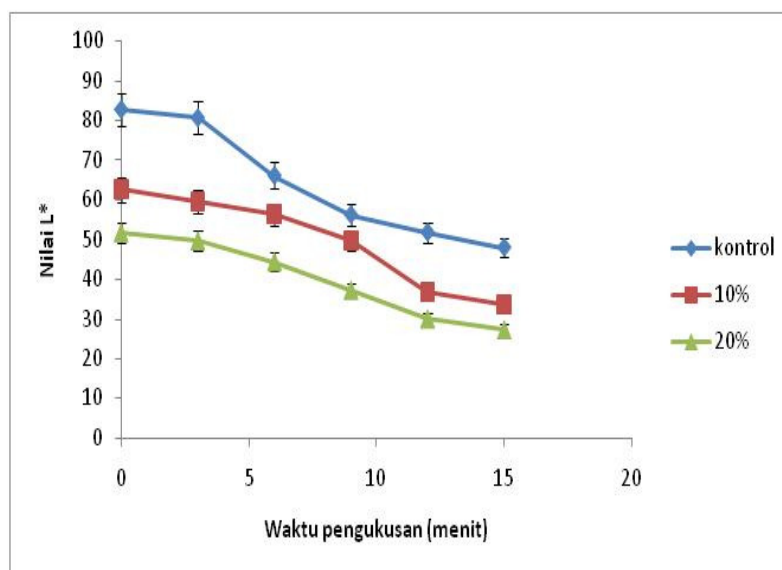
Berdasarkan Tabel 2 nilai L^* tertinggi terdapat pada adonan tepung mocaf kontrol pada menit ke-0 dan yang terendah terdapat pada perlakuan penambahan serbuk bit merah 20% menit ke-15. Penambahan serbuk bit merah mempengaruhi penurunan nilai L^* secara nyata, sehingga semakin tinggi konsentrasi serbuk pewarna yang ditambahkan maka semakin rendah tingkat kecerahannya. Menurut Hendry & Houghton (1996), bit merah terdapat pigmen betalain yang berkontribusi memberikan warna merah-ungu. Waktu pengukusan berpengaruh secara nyata terhadap penurunan nilai L^* adonan tepung mocaf. Hal tersebut dapat dikarenakan tepung mocaf memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi sehingga selama proses pengukusan terjadi perubahan warna yaitu cenderung lebih kecoklatan.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan serbuk bit merah memberikan nilai a^* yang semakin tinggi. Hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan serbuk bit merah berpengaruh nyata pada tingkat warna merah adonan. Sedangkan selama proses pengukusan, adonan mocaf dengan penambahan serbuk bit merah mengalami penurunan intensitas warna merah yang sangat nyata. Masing-masing pigmen memiliki kestabilan yang berbeda-beda terhadap kondisi pengolahan. Pigmen pada bit merah cenderung lebih peka terhadap panas, sehingga apabila proses pengolahannya melibatkan panas maka akan menurun intensitas warnanya (Winarno, 1984). Kondisi pemanasan dapat menurunkan jumlah pigmen yang terdapat pada bit merah, sehingga dapat terlihat terjadi penurunan warna merah yang semakin memudar. Suhu proses pengolahan dapat mendegradasi pigmen (Andayani 1993; Widhiana 2000).

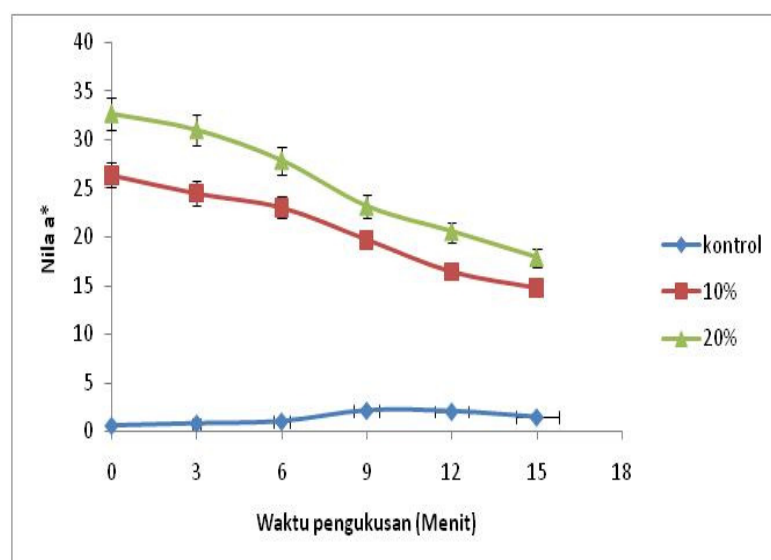
Nilai b^* kurang dominan apabila dibandingkan dengan nilai a^* yang dihasilkan. Hal tersebut menunjukkan bahwa warna merah pada serbuk bit merah lebih dominan dibandingkan warna kuning dan biru. Perubahan nilai b^* selama waktu pengukusan yang dihasilkan pada adonan mocaf konsentrasi 10% dan 20% cenderung sama polanya.

Penambahan serbuk bit merah memberikan nilai b^* yang semakin rendah. Pada bit merah terdapat kandungan pigmen pigmen betasianin (50-75%) yang berwarna merah-keunguan dan juga pigmen betaxanthin (2-25%) yang berwarna kuning. Hal tersebut membuat intensitas warna merah pada adonan mocaf dengan penambahan bit merah lebih tinggi dibandingkan intensitas warna kuning (nilai b^*).

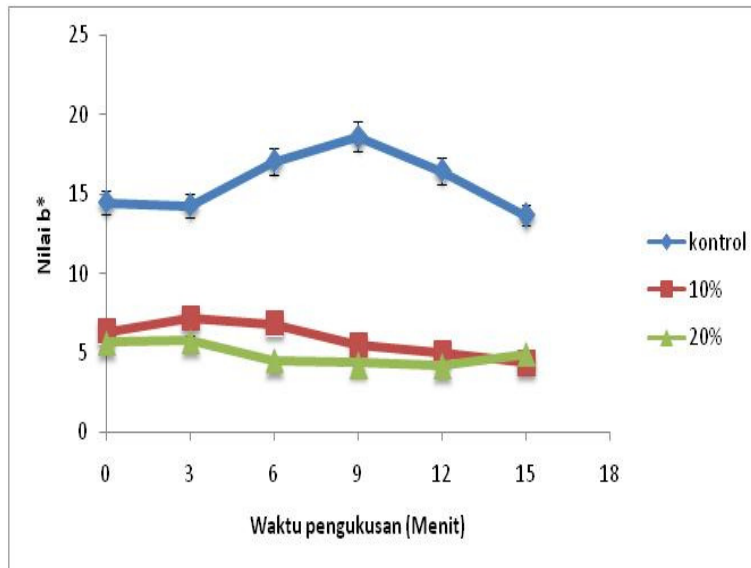
Profil perubahan intensitas warna adonan tepung mocaf dengan variasi konsentrasi serbuk bit merah selama proses pengukusan dapat dilihat pada Gambar 4, Gambar 5, dan Gambar 6.



Gambar 4. Nilai L adonan tepung mocaf selama pengukusan



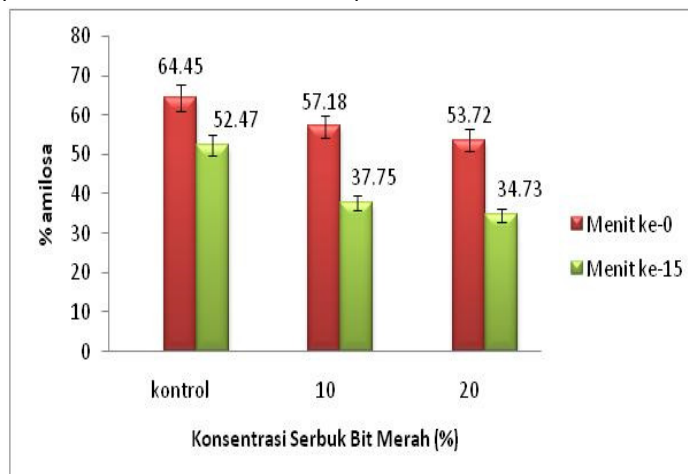
Gambar 5. Nilai a^* adonan tepung mocaf selama pengukusan



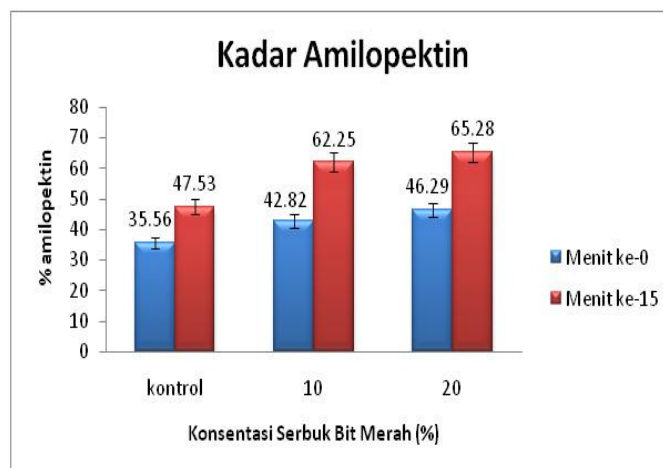
Gambar 6. Nilai b* adonan tepung mocaf selama pengukusan

3.4 Kandungan Pati

Kandungan pati terdiri dari amilosa dan amilopektin.



Gambar 7. Kadar Amilosa Adonan Tepung Mocaf dengan Berbagai Variasi Konsentrasi Sebelum dan Sesudah Pengukusan



Gambar 8. Kadar Amilopektin Adonan Tepung Mocaf dengan Berbagai Variasi Konsentrasi Sebelum dan Sesudah Pengukusan

Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan serbuk bit merah dan waktu pengukusan yang berbeda berpengaruh nyata pada kadar amilosa adonan. Sedangkan pada kadar amilopektin hasilnya berbanding terbalik dengan kadar amilosa. Menurut Rahman et al. (2015), semakin lama waktu pengukusan akan cenderung menurunkan kadar amilosa. Panas dan uap air dapat menyebabkan proses gelatinisasi selama proses pengukusan. Adanya panas yang berlangsung lama memungkinkan struktur heliks amilosa menjadi banyak yang terputus dan juga merenggang. Hal tersebut dapat menyebabkan air terpenetrasi dalam granula pati. Apabila hal tersebut terjadi, maka dapat menyebabkan amilosa mengalami leaching dari granula dan terlepas. Menurut Rani et al. (2015), proses pengukusan yang semakin lama menyebabkan uap air semakin banyak sehingga amilosa kemungkinan besar larut dalam uap air tersebut.

Proses pengolahan yang melibatkan panas akan membuka granula pati sehingga interaksi antara amilosa dan amilopektin menjadi lemah. Proses pemanasan yang terlalu lama akan menyebabkan berkurangnya kadar amilosa (Lorlowhakarn & Onanong, 2006). Pada penelitian Nintami (2012), semakin lama waktu proses pemasakan maka semakin banyak granula akan berkurang karena adanya penggelembungan granula pati dan tidak dapat kembali pada posisi semula. Selain itu, penambahan serbuk bit merah mempengaruhi kadar amilosa dari adonan mocaf. Penambahan serbuk bit merah sebesar 20% memberikan hasil kadar amilosa terendah, sedangkan kadar amilosa tertinggi terdapat pada adonan mocaf kontrol. Adanya kandungan amilosa yang cukup tinggi sangat memungkinkan terjadi retrogradasi. Hal tersebut dapat disebabkan akibat adanya proses pemanasan yang diikuti oleh proses pendinginan. Terjadinya proses retrogradasi akan mampu mengakibatkan perubahan struktur pati yang lebih mengarah pada pembentukan struktur kristalin baru (Wulan et al., 2007). Senyawa yang bersifat sebagai antioksidan umumnya mengandung gugus OH yang mampu menghambat terjadinya proses retrogradasi pati. Hal tersebut dapat

terjadi karenan senyawa antioksidan memiliki gugus OH yang reaktif, sehingga akan dapat membentuk ikatan hidrogen dengan rantai pati (Wu et al., 2009).

3.5 Tekstur

Pada penelitian ini parameter yang diamati adalah hardness. Berdasarkan Tabel 18 terdapat perbedaan nyata pada perlakuan yang diberikan. Hardness (kekerasan) didefinisikan sebagai gaya yang diberikan pada sebuah objek hingga terjadi perubahan bentuk (deformasi) pada objek tersebut (DeMan, 1985).

Tabel 3. Tekstur adonan tepung mocaf dengan variasi konsentrasi serbuk bit merah setelah pengukusan

Konsentrasi bit merah	Hardness (gf)
Kontrol (0%)	1211.049 \pm 77.364 ^c
10%	958.301 \pm 28.730 ^b
20%	755.212 \pm 14.933 ^a

Keterangan :

1. Semua nilai merupakan nilai rata-rata \pm standar deviasi
2. Nilai dengan superscript yang berbeda pada tiap baris menunjukkan adanya perbedaan nyata antar perlakuan pada tingkat kepercayaan 95% ($p < 0,05$) dengan menggunakan uji Duncan.

Penurunan tingkat kekerasan adonan terjadi secara nyata dengan semakin besar konsentrasi serbuk bit merah yang ditambahkan pada adonan. Menurut Wu et al. (2009), adanya senyawa fenolik dapat mengurangi tingkat kekerasan. Senyawa yang bersifat sebagai antioksidan umumnya mengandung gugus OH yang mampu menghambat terjadinya proses retrogradasi pati. Hal tersebut dapat terjadi karena senyawa antioksidan memiliki gugus OH yang reaktif, sehingga akan dapat membentuk ikatan hidrogen dengan rantai pati. Senyawa fenolik dan beberapa senyawa lain yang bersifat antioksidan seperti betalain dapat berasal dari serbuk bit merah yang ditambahkan dalam adonan.

Adonan mocaf kontrol memiliki tekstur yang lebih solid dibandingkan adonan mocaf yang dihasilkan dari kombinasi pewarna serbuk bit merah. Nilai hardness yang tinggi dapat dipengaruhi oleh komponen yang menyusun adonan mocaf. Menurut Haliza et al. (2012) dalam penelitiannya, semakin tinggi kandungan serat yang terdapat pada bahan pangan, semakin tinggi nilai hardness. Tepung mocaf sendiri memiliki kandungan karbohidrat yang cukup tinggi. Karbohidrat memiliki peranan penting dalam mempengaruhi karakteristik bahan pangan, seperti flavor, warna, tekstur, dan aroma (Winarno 2004; Yenrina et al (2013). Selain itu menurut Hee-Young (2005), produk makanan dengan kandungan amilosa yang tinggi, cenderung menghasilkan produk yang teksturnya keras karena adanya proses pemekaran secara terbatas.

4. KESIMPULAN

Konsentrasi bit merah yang semakin tinggi ditambahkan pada adonan tepung mocaf maka meningkatkan intensitas warna merah (a^*), aktivitas antioksidan, kandungan betalain, kadar amilopektin, serta menurunkan kadar amilosa dan tingkat kekerasannya. Waktu pengukusan adonan yang semakin lama menurunkan intensitas kecerahan (L^*), intensitas warna merah (a^*), aktivitas antioksidan, kandungan betalain, dan kadar amilosa. Perlakuan penambahan serbuk bit merah 20% menghasilkan intensitas warna merah (a^*) tertinggi, aktivitas antioksidan tertinggi, serta kandungan betalain tertinggi. Adonan dengan penambahan serbuk bit merah 20% sebelum pengukusan memiliki kandungan betalain (betasianin $40,26 \pm 1,11$ ppm dan betasantin $18,76 \pm 0,83$ ppm), aktivitas antioksidan (% inhibition $18,35 \pm 0,95$), serta intensitas warna merah (a^* value $17,87 \pm 1,34$) tertinggi. Adanya perlakuan proses pengukusan memberikan hasil yang berbeda nyata pada kandungan betalain, aktivitas antioksidan dan intensitas warna.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih atas dukungungan dana penelitian Hibah Bersaing DIKTI No. SK : 052/K6/KL/SP/PENELITIAN/2014.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Apriyantono, A; D. Fardiaz; N. H. Puspitasari; Sedapnawati; dan S. Budiyo. (1989). Analisa Pangan. Pau Pangan dan Gizi-IPB. Bogor.
- Azeredo, Henriette. (2006). Betalains: Properties, Sources, Applications, and Stability – A Review. International Journal of Food Science and Technology. Brazil.
- Brand-Williams, W.; M.E. Cuvelier.; C. Berset. (1995). Use of Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. Lebensmittel Wissenschaft and Technologie Vol. 28: 25-30.
- Canadanovic, Brunet; Sladjama S. S; Gordana S. C; Jelena J. V; Sonja M. D; Sinisa L. M and Dragoljub D. C. (2011). Antioxidant and Antimicrobial Activities of Beet Root Pomace Extracts. Czech J. Food Sci. Vol. 29: 575-585.
- Cai, Y. Z. & H. Corke. (2000). Production and Properties of Spray-Dried Amaranthus Betacyanin Pigments. Journal of Food Science Vol.65 No.6. USA.
- DeMan, P. W. Voisey., V. F. Rasper., dan D. W. Stanley (eds.). (1985). The AVI Publishing Company Inc., Westport, Connecticut.
- Fukumoto, L.R. & G. Mazza. (2000). Assessing Antioxidant and Prooxidant Activities of Phenolic Compounds. Journal Agriculture Food Chemistry Vol. 48. USA.
- Gaztonyi, Magdolna Nagy, Hussein, Dadood, Maria Takacs and Peter Biacs. (2001). Comparison of Red Beet (*Beta vulgaris* var *conditiva*) Varieties on the Basis of Their Pigment Components. Journal of The Science of Food and Agriculture. Spain.
- Haliza, W., Kailaku, S. I., & Yuliani, S. (2012). Penggunaan Mixture Response Surface Methodology pada Optimasi Formula Brownies Berbasis Tepung Talas Banten

- (*Xanthosoma undipes* K. Koch) sebagai alternative Pangan Sumber Serat. J. Pascapanen Vol. 9(2): 96-106.
- Hee-Young An. (2005). Effects of Ozonation and Addition of Amino acids on Properties of Rice Starches. A Dissertation Submitted to the Graduate Faculty of the Louisiana state University and Agricultural and Mechanical College.
- Hendry, G. A. F. & J. D. Houghton. (1996). Natural Food Colorants 2nd ed. Blackie Academic & Propessional. London.
- Khin, M. M., Zhou, W., Yeo, S.Y. (2006). Mass Transfer in the Osmotic Dehydration of Coated Apple Cubes by Using Maltodextrin as the Coating Material and Their Textural Properties. Journal of Food Engineering. USA.
- Khrisna, Mand H. I. Kantha. (2005). Food Colour Measurement : Instrumentation and Techniques. Journal Instrum Soc. Indian Vol. 35 (2): 227 – 238.
- Lachman, J., A. Hejtmankova, M. Orsa, & V. Pivec. (2005). Natural Antioxidants-Important Food Constituents in Human Nutrition for Healthy Life in Beginning Century. Department of Chemistry Chzech University of Agriculture Prague.
- Mac Dougall, D.B. (2002). Color in Food. Woodhead Publishing Limited. England.
- Lorlowhakarn, K. And Onanong, N. (2006). Modification of Rice Flour by HMT to Produce Rice Noodles. Kasersart J. (Nat. Sci.) 40: 135-143.
- Mastuti, R. (2010). Pigmen Betalain pada Familia Amaranthaceae. Basic Science Seminar VII. Malang.
- Miller, HE., F.R; Rigelhof, Marquart; A. Prakash and M. Kanter. (2000). Antioxidant Content of Whole Grain Breakfast Cereals, Fruits and Vegetables. Journal of the American College of Nutrition Vol. 9. USA.
- Nintami, A. Y. (2012). Kadar Serat, Aktivitas Antioksidan, Amilosa, dan Uji Kesukaan Mi Basah Dengan Substitusi Tepung Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* var *Ayamurasaki*) Bagi Penderita Diabetes Melitus Tipe-2. Universitas Diponegoro. [Skripsi]
- Pitalua, E.; M. Jimenez; E. J. Vernon-Carter; & C.I. Beristain. (2010). Antioxidative Activity of Microcapsules with Beetroot Juice Using Gum Arabic As Wall Material. J. Food And Bioproducts Processing 88: 253-258.
- Rahman, R. S; Putri, W. D. R; dan Purwantiningrum, I. (2015). Karakteristik Beras Tiruan Berbasis Tepung Ubi Jalar Oranye Termodifikasi Heat Moisture Treatment (HMT). Jurnal Pangan dan Agroindustri Vol. 3(2): 713-722.
- Ravichandran, K; Nay, Min; Adel, A; Ahmed, M; Anja, K; Heidi, R; Zhenzhen, C; Dietrich, K; Iryna, S. (2013). Impact of Processing of Red Beet on Betalain Content and Antioxidant Activity. Journal Food Research International Vol. 50 (2013): 670-675.
- Rani, Monica V. P & W. H. Susanto. (2015). Pengaruh Lama Pengukusan Serta Proporsi Tepung Mocaf dan Pasta Labu Kuning terhadap Sifat Fisik Kimia Organoleptik Kerupuk Cekeremes. J. Pangan dan Agroindustri, Vol 3 (3):1060-1070.
- Salim, E. 2011. Mengolah Tepung Mocaf Bisnis Produk Alternatif Pengganti Terigu. Lily Publisher, Yogyakarta.

- Walpole, R. E., R.H. Myers, and S. L. Myers. (1998). Probability and Statistic for Engineers and Scientist. Prentice Hall Int Inc. New Jersey.
- Widhiana, E. (2000). Ekstraksi Bit (Beta vulgaris L. Var. Rubra L.) sebagai Alternatif Pewarna Alami Pangan. Institut Pertanian Bogor. [Skripsi].
- Winarno, F. G. (1984). Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia. Jakarta.
- Wu, Yue., Chen, Z., Li, X., Li, M. (2009). Effect of Tea Polyphenols on The Retrogradation of Rice Starch. Journal Food Research International 42 (2009): 221-225.
- Wulan, S. N, Widyaningsih, T. D, Ekasari, D. (2007). Modifikasi Pati Alami dan Pati Hasil Pemutusan Rantai Cabang dengan Perlakuan Fisik/Kimia untuk Meningkatkan Kadar Pati Resisten pada Pati Beras. Jurnal Teknologi Pertanian Vol. 8 (2): 80-87.
- Yenrina, R; W. Surya M; & N. N. Putri. (2013). Mocaf Bread Enriched with Mung Bean (*Vigna radiata* L.) as A Source of Protein. Asia Pacific Journal of Sustainabl

PENGEMBANGAN METODE ANALISA PEMANIS SECARA SIMULTAN DALAM MINUMAN RINGAN DAN KLAIM FOOD AUTHENTICA

Wiwi Hartuti*, Tanti Lanovia, Tepi Usia
Pusat Riset Obat dan Makanan, Badan POM RI
JL. Percetakan Negara No.23, Jakarta Pusat

*Email: hartuti.wiwi@gmail.com

ABSTRAK

Bahan Tambahan Pangan menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 033 Tahun 2012 adalah bahan yang ditambahkan ke dalam pangan untuk mempengaruhi sifat atau bentuk pangan. Salah satu Bahan Tambahan Pangan (BTP) yang penggunaannya sangat luas saat ini adalah pemanis buatan. Pemanis buatan adalah BTP berupa senyawa kimia yang dapat menyebabkan rasa manis yang tidak atau hampir tidak mempunyai nilai gizi, misalnya yang sering digunakan adalah asesulfam k, sakarin, dan aspartam baik secara tunggal maupun digunakan bersamaan. Penggunaan pemanis buatan dapat dihitung dengan menggunakan batas asupan harian yang dikenal dengan Acceptable daily Intake (ADI). Food Authentica adalah melihat kebenaran komposisi/jumlah pada label melalui pengujian dengan metode yang valid. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa BTP memenuhi persyaratan sehingga aman untuk dikonsumsi. Untuk efisiensi pengujian pemanis buatan yang ditambahkan ke dalam suatu produk pangan, dikembangkan metode analisa simultan untuk penetapan kadar pemanis buatan asesulfam k, sakarin dan aspartam yang dilanjutkan dengan pengujian 84 sampel minuman ringan. Pengembangan metode analisa ini menggunakan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi pada panjang gelombang 210 nm dan telah divalidasi berdasarkan enam parameter yaitu Uji kesesuaian Sistem (UKS), Spesifisitas, Linieritas, Keseksamaan (presisi), kecermatan (akurasi) dan LOD & LOQ. Hasil validasi metode analisa simultan menunjukkan bahwa metode memenuhi kriteria keberterimaan (valid). Sedangkan Hasil pengujian terhadap 84 sampel minuman ringan menggunakan metode analisa ini menunjukkan kadar asesulfam k, sakarin dan aspartam yang diperoleh masih dibawah nilai ADI. Untuk klaim food authentica didapatkan bahwa 14.285 persen sampel tidak memenuhi persyaratan klaim yang diajukan, sedangkan sisanya memenuhi persyaratan.

ABSTRACT

According to the Regulation of the Minister of Health Republic of Indonesia Number 033 Year 2012, Food additives is an ingredient added to foodstuffs to influence the characteristics or form of food. One of the food additives whose use is very widespread today is the artificial sweetener. Artificial sweeteners are food additives in the form of chemical compounds that can cause a sweet taste and doesn't has or almost has no nutritional value, such as those areacesulfame K, saccharin, and aspartame which is used either singly or simultaneously. The use of artificial sweeteners can be calculated using the daily intake limit known as the Acceptable Daily Intake (ADI). Food authentica is to see the truth composition/ number on the label through the test with a valid method. This is done to ensure that the food additives meets the requirements that are safe for consumption. For efficiency of testing an artificial sweetener that is added to a food product, we developed assay methods for the simultaneous analysis of the artificial sweetener acesulfame K, saccharin and aspartame, followed by testing 84 samples of soft drinks. The development of the analytical method using High Performance Liquid Chromatography at a wavelength of 210 nm and has been validated based on six parameters: System suitability test (SST), specificity, linearity, precision, accuracy and LOD - LOQ. The

validation results of this simultaneous analysis method show that the method meets the acceptance criteria (valid). While the results of tests on 84 samples of soft drinks using the analytical method showed levels of acesulfame K, saccharin and aspartame obtained are still below the ADI value. To claim food authenticity found that 14.285 percent of the sample did not meet the requirements of the claims, while the rest are eligible.

PENDAHULUAN

Batasan penggunaan pemanis buatan dapat dihitung dengan menggunakan batas asupan harian yang dikenal dengan *Acceptable daily Intake* (ADI). Badan POM sebagai Badan yang bertanggung jawab dalam pengawasan Bahan Tambahan Pangan (BTP) melaksanakan pengawasan dengan melakukan sampling secara rutin dan melakukan juga *Food Authentica* (melihat kebenaran komposisi/jumlah pada label melalui pengujian dengan metode yang tervalidasi). Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa semua BTP yang beredar memenuhi persyaratan sehingga aman untuk dikonsumsi. Dalam rangka melaksanakan *Food Authentica* ini Pusat Riset Obat dan Makanan melaksanakan kajian dan uji laboratorium untuk penggunaan pemanis buatan pada minuman ringan. Minuman ringan yang digunakan terdiri dari dua jenis yaitu minuman ringan siap saji dan minuman serbuk. Pemanis buatan yang akan dianalisis adalah asesulfam k, sakarin dan aspartam menggunakan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi dengan detektor UV-Vis pada panjang gelombang 210 nm.

Bahan Tambahan Pangan adalah bahan/campuran bahan yang secara alami bukan merupakan bagian dari bahan baku pangan, tetapi ditambahkan ke dalam pangan untuk mempengaruhi sifat atau bentuk pangan. Sesuai dengan PERMENKES No. 33 Tahun 2012 penggolongan BTP adalah sebagai berikut :Antibuih (*Antifoaming agent*), Antikempal (*Anticaking agent*), Antioksidan (*Antioxidant*), Bahan pengkarbonasi (*Carbonating agent*), Garam pengemulsi (*Emulsifying salt*), Gas untuk kemasan (*Packaging gas*), Humektan (*Humectant*), Pelapis (*Glazing agent*), Pemanis (*Sweetener*), Pembawa (*Carrier*), Pembentuk gel (*Gelling agent*), Pembuih (*Foaming agent*), Pengatur keasaman (*Acidity regulator*), Pengawet (*Preservative*), Pengembang (*Raising agent*), Pengemulsi (*Emulsifier*), Pengental (*Thickener*), Pengeras (*Firming agent*), Penguat rasa (*Flavour enhancer*), Peningkat volume (*bulking agent*), Penstabil (*Stabilizer*), Peretensi warna (*Colour retention agent*), Perisa (*Flavouring*), Perlakuan Tepung (*Flour treatment agent*), Pewarna (*Colour*), Propelan (*Propellant*), Sekuestran (*Sequestrant*). Dari 27 golongan tersebut salah satu golongan yang menjadi perhatian masyarakat untuk ditambahkan pada pangan adalah bahan pemanis buatan (*sweetener*). Pemanis buatan menurut Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia No. 4 Tahun 2014 tentang Batas Maksimum Penggunaan Bahan Tambahan Pangan Pemanis menyatakan BTP adalah Bahan yang ditambahkan kedalam pangan untuk mempengaruhi sifat atau bentuk pangan. Sedangkan pemanis adalah bahan tambahan pangan berupa pemanis alami dan pemanis buatan yang memberikan rasa manis pada produk pangan.

Pemanis alami (*natural sweetener*) adalah pemanis yang dapat ditemukan dalam bahan alam meskipun prosesnya secara sintetik ataupun fermentasi. Sedangkan pemanis

buatan (*artificial sweetener*) adalah pemanis yang diproses secara kimiawi, dan senyawa tersebut tidak terdapat di alam. Asupan harian yang dapat diterima atau *Acceptable Daily Intake* (ADI) adalah jumlah maksimum BTP dalam milligram per kilogram berat badan yang dapat dikonsumsi setiap hari selama hidup tanpa menimbulkan efek merugikan terhadap kesehatan. Batas maksimum adalah jumlah maksimum BTP yang diizinkan terdapat pada pangan dalam satuan yang ditetapkan. Berikut ini dalam Tabel 1. Terdapat nilai ADI dan Batas Maksimum penggunaan asesulfam k, sakarin dan aspartam.

Tabel 1. Nilai ADI dan Batas Maksimum Asesulfam K, Sakarin dan Aspartam Berdasarkan Peraturan Kepala Badan POM RI No. 4 Tahun 2014

Nama Pemanis	Batas Maksimum	Nilai ADI
Asesulfam K	Kategori Pangan No. 14.1.4. Minuman berbasis air berperisa, termasuk minuman olahraga atau elektrolit dan minuman berpartikel dengan Batas Maksimum 600 mg/kg dihitung terhadap produk siap konsumsi.	0 – 15 mg/kg berat badan
Sakarin	<ul style="list-style-type: none"> • Kategori Pangan No. 14.1.4.1 Minuman berbasis air berperisa yang berkarbonat Batas Maksimum 120 mg/kg dihitung terhadap produk siap konsumsi • Kategori Pangan No. 14.1.4.2 Minuman berbasis air berperisa tidak berkarbonat, termasuk punches dan ades sebesar 120 mg/kg dihitung terhadap produk siap konsumsi • Kategori Pangan No. 14.1.4.3 Minuman konsentrat cair atau padat untuk minuman berbasis air berperisa sebesar 300 mg/kg dihitung terhadap produk siap konsumsi 	0 – 5 mg/kg berat badan
Aspartam	Kategori Pangan No. 14.1.4 Minuman berbasis air berperisa, termasuk minuman olahraga atau elektrolit dan minuman berpartikel sebesar 600 mg/kg dihitung terhadap produk siap konsumsi	0 – 40 mg/kg berat badan

Kromatografi berasal dari bahasa Latin yaitu dari kata *chrome* yang berarti warna dan kata *graphyt* yang berarti pita. Definisi kromatografi adalah suatu proses diferensial komponen-komponen cuplikan (sampel) yang ditahan secara selektif oleh fasa diam atau adsorben. Atau dengan kata lain dapat dikatakan kromatografi adalah suatu teknik yang dapat memisahkan komponen-komponen dari suatu campuran melalui tahapan proses keseimbangan (ekuilibrium). Pada proses keseimbangan akan menghasilkan pemisahan

sebagai akibat dari partisi atau penyerapan (adsorpsi) diantara dua fase yang berlainan, yaitu fase diam (*stationary phase*) yang mempunyai permukaan yang luas dan yang lainnya fase gerak (*mobile phase*) yang selalu mengadakan kontak dengan fase yang pertama. Campuran komponen dipisahkan dengan cara melewati sampel dengan menggunakan fase gerak pada fase diam. Masing-masing komponen pada sampel di dalam campuran, bergerak dengan kecepatan yang berlainan, hal ini menunjukkan derajat pemisahan. Setelah mencapai keseimbangan, komponen pada sampel di dalam campuran akan terdistribusi diantara fase diam dan fase gerak.

Salah satu teknis kromatografi adalah kromatografi cair yaitu "*High Performance Liquid Chromatography* (HPLC)", yang dikenal juga sebagai Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT). HPLC tidak terbatas untuk senyawa yang mudah menguap, tetapi juga mampu memisahkan makromolekul (polimer, protein, nukleotida, karbohidrat, dsb.), baik yang bersifat polar, non polar dan jenis-jenis ion asam, basa, senyawa alami yang labil, material polimer, dan berbagai senyawa dengan berat molekul (BM) besar yang mempunyai banyak gugus fungsi serta alat tersebut dapat digabungkan dengan Spektrofotometer Infra Red (IR) dan Spektrometri Massa (MS). Beberapa keunggulan lain teknik HPLC dibandingkan teknik pemisahan yang lain adalah dapat digunakan untuk analisis kualitatif maupun kuantitatif, memberikan ketepatan dan ketelitian tinggi serta memberikan banyak pilihan dalam pengembangan metode pemisahan karena tersedianya banyak pilihan kolom. Komponen inti KCKT adalah pompa, injektor, kolom, detektor, dan rekorder.

Validasi metode analisis adalah suatu tindakan penilaian terhadap parameter tertentu, berdasarkan percobaan laboratorium, untuk membuktikan bahwa parameter tersebut memenuhi persyaratan untuk penggunaannya (Harmita, 2004). Berdasarkan Ermer, J., validasi merupakan suatu proses evaluasi kecermatan dan keseksamaan yang dihasilkan oleh suatu prosedur dengan nilai yang dapat diterima. Sebagai tambahan, validasi memastikan bahwa suatu prosedur tertulis memiliki detail yang cukup jelas sehingga dapat dilaksanakan oleh analis atau laboratorium yang berbeda dengan hasil yang sebanding. Dalam praktiknya, biasanya memungkinkan untuk merancang percobaan yang akan dilakukan sehingga karakteristik validasi yang sesuai dapat diterapkan untuk mendapatkan hasil yang cukup dan menyeluruh mengenai kemampuan suatu prosedur analisis, seperti : spesifisitas, linearitas, rentang, akurasi (kecermatan), dan presisi (keseksamaan) (Ermer, J, 2005). Beberapa parameter analisis yang harus dipertimbangkan dalam validasi metode analisis :

1. Uji Kesesuaian Sistem dan Uji Spesifisitas

Uji kesesuaian sistem dilakukan untuk menentukan apakah sistem analisis berjalan dengan benar. Menurut Farmakope Amerika (USP), suatu sistem dikatakan sesuai jika memenuhi persyaratan presisi, uji resolusi (daya pisah), faktor asimetri puncak (faktor pengekoran) dan Efisiensi kolom. Spesifisitas adalah kemampuan suatu metode analitik untuk mengukur secara akurat suatu analit dengan adanya interferensi yang bisa diharapkan ada dalam matriks sampel. Spesifisitas suatu metode diuji dengan

membandingkan hasil dari sampel yang mengandung pengotor dengan hasil sampel yang tidak mengandung pengotor. Pada metode analisis yang melibatkan kromatografi, spesifisitas dapat ditentukan melalui perhitungan daya resolusinya (R_s). Suatu metode dikatakan memiliki spesifisitas yang baik apabila menghasilkan nilai resolusi lebih dari 1,5 antara puncak analit dengan komponen pengganggu (Ibrahim, 2009).

2. Linieritas

Linieritas adalah kemampuan metode analisis yang memberikan respon yang secara langsung atau dengan bantuan transformasi matematik yang baik, proporsional terhadap konsentrasi analit dalam sampel (Harmita, 2004). Linieritas dapat diuji secara informal dengan membuat plot residual yang dihasilkan oleh regresi linier pada respon konsentrasi dalam satu seri kalibrasi. Linieritas harus dievaluasi dengan inspeksi visual terhadap plot sinyal yang merupakan fungsi dari konsentrasi analit. Jika terdapat hubungan yang linier, hasil uji harus dievaluasi lebih lanjut secara statistik dengan perhitungan garis regresi. Dalam penentuan linieritas, direkomendasikan untuk menggunakan minimum lima konsentrasi.

3. Presisi

Keseksamaan adalah ukuran yang menunjukkan derajat kesesuaian antara hasil uji individual, diukur melalui penyebaran hasil individual dari rata-rata jika prosedur diterapkan secara berulang pada sampel-sampel yang diambil dari campuran yang homogen (Harmita, 2004). Presisi biasanya dibagi dalam dua kategori: keterulangan (*repeatability*) dan ketertiruan (*reproducibility*). Keterulangan adalah nilai presisi yang diperoleh jika seluruh pengukuran dihasilkan oleh satu orang analis dalam satu periode tertentu, menggunakan pereaksi dan peralatan yang sama. Ketertiruan adalah nilai presisi yang dihasilkan pada kondisi yang berbeda, termasuk analis yang berbeda, atau periode dan laboratorium yang berbeda dengan analis yang sama. Jenis presisi yang paling penting adalah keterulangan, sedangkan ketertiruan hanya bersifat sebagai tambahan. Keseksamaan diukur sebagai simpangan baku atau simpangan baku relatif (RSD).

4. Akurasi

Kecermatan adalah ukuran yang menunjukkan derajat kedekatan hasil analisis dengan kadar analit yang sebenarnya. Kecermatan dinyatakan sebagai persen perolehan kembali (*recovery*) analit yang ditambahkan. Rentang nilai penerimaan kecermatan suatu metode akan bervariasi sesuai kebutuhannya. Untuk pengujian cemaran, nilai *recovery* biasanya diujikan dalam rentang kerja antara 80 hingga 120. Akurasi harus diujikan pada sampel yang di *spike* dengan sejumlah cemaran yang telah diketahui jumlahnya.

5. *Limit of Detection* (LOD) dan *Limit of Quantitation* (LOQ)

Limit deteksi suatu prosedur analisis adalah jumlah terkecil dari analit dalam sampel yang dapat dideteksi namun belum tentu dapat dikuantifikasi sebagai angka yang tetap. Limit kuantifikasi suatu prosedur analisis adalah konsentrasi terendah analit dalam sampel yang dapat ditentukan secara kuantitatif dengan presisi dan akurasi yang dapat diterima. Batas deteksi (LOD) untuk suatu prosedur analisis adalah suatu titik dimana analisis dimungkinkan, yang dapat ditentukan dengan pendekatan statistik berdasarkan pengukuran ulangan blanko (sampel negatif) atau dengan pendekatan empiris dengan mengukur sejumlah konsentrasi analit. Batas kuantifikasi (LOQ) atau konsentrasi dimana data kuantitatif dapat dihasilkan dengan derajat kepercayaan yang tinggi, dapat ditentukan dengan pendekatan serupa. Terdapat dua cara untuk menentukan LOD dan LOQ, yaitu dengan menentukan kurva kalibrasi menggunakan sepuluh level konsentrasi, atau melakukan analisis blanko berulang.

Tujuan Penelitian ini adalah (1) Mengembangkan metode analisis penetapan kadar simultan asesulfam k, sakarin dan aspartam dalam minuman ringan secara KCKT; (2) Melaksanakan pengujian penetapan kadar simultan asesulfam k, sakarin dan aspartam dalam minuman ringan secara KCKT; (3) Melakukan kajian *food authentica* dari hasil pengujian penetapan kadar simultan asesulfam k, sakarin dan aspartam dalam minuman ringan secara KCKT.

BAHAN DAN METODE

A. Baku Pembanding

Asesulfam k (99.97 %; Sigma aldrich); Sakarin (99 %; Supelco) dan Aspartam (99 %; Supelco).

B. Pereaksi

Asetonitril p.a; Kalium dihidrogen fosfat p.a dan Asam phosphate.

C. Peralatan

Seperangkat peralatan KCKT dengan kolom Agilent RP - C18 (4,6 mm x 250 mm), ukuran partikel 5 µm

D. Prosedur

1. Pembuatan dapar Kalium difosfat 0.0125mol/L dengan pH akhir 3.5 dibuat dengan cara menimbang 2.065 g kalium difosfat, dilarutkan dengan aquadest hingga 1 L. Ditambahkan tetes demi tetes asam fosfat sampai didapatkan pH akhir 3.5.
2. Pembuatan larutan Baku Induk asesulfam k, sakarin dan aspartam konsentrasi 2500 µg/mL yaitu dengan cara menimbang seksama masing-masing 25 mg baku tersebut diatas dan dimasukkan ke dalam labu tentukur 25 mL, tambahkan aquades sampai tanda dan campur homogen.
3. Pembuatan larutan baku antara asesulfam k, sakarin dan aspartam konsentrasi 1000 µg/mL yaitu dengan cara memipet masing-masing sebanyak 4 mL larutan baku induk asesulfam k, sakarin dan aspartam konsentrasi 2500 µg/mL dan dimasukkan ke dalam labu tentukur 10 mL, kemudian ditepatkan volumenya dengan aquades.

4. Pembuatan larutan baku induk campuran (linieritas baku dan *spiked sample*) larutan baku asesulfam k, larutan baku sakarin dan larutan baku aspartam konsentrasi 1000 µg/mL dipipet masing-masing 5; 3 dan 5 mL dan dimasukkan ke dalam labu tentukur 25 mL, tepatkan volumenya dengan fase gerak dan campur sampai homogen. Sehingga didapatkan baku campuran dengan konsentrasi akhir masing-masing baku sebesar 200; 120 dan 200 µg/mL.
5. Pembuatan larutan Uji
Sampel minuman ringan dipipet sebanyak 1.0 mL dan dimasukkan ke dalam labu tentukur 10 mL, tambahkan fase gerak hingga tanda. Saring larutan sampel menggunakan membran filter 0.45 µm. Filtrat larutan diambil dan simpan dalam wadah yang tertutup rapat. Analisis menggunakan KCKT berdasarkan prosedur yang ditunjukkan oleh Tabel 2 dan 3.
6. Prosedur kromatografi

Tabel 2. Kondisi KCKT

Kolom	:	Agilent RP - C18 (4,6 mm x 150 mm), ukuran partikel 5 µm
Suhu Kolom	:	45°C
Fase gerak	:	buffer phosphate dengan pH 3.5 dan acetonitril
Laju alir	:	1.0 ml/min
Volume injeksi	:	20 µL
Panjang	:	210 nm
Gelombang	:	
Waktu analisis	:	25 menit

Tabel 3. Kondisi Gradien

Konsentrasi (mL)	Waktu (menit)		
	0.01 - 13.00	13.00 - 15.00	15.00 - 25.00
Buffer fosfat	92	80	92
Asetonitril	8	20	8

E. VALIDASI METODE

1. Uji Kesesuaian Sistem dan Spesifisitas

Analisis untuk masing-masing larutan dimulai dari fase gerak; larutan baku campuran dan campuran larutan baku dan larutan uji. Analisis menggunakan KCKT berdasarkan prosedur yang ditunjukkan oleh Tabel 2 dan 3.

2. Linieritas

a. Pembuatan larutan baku

Sejumlah larutan baku induk campuran dipipet dan dimasukkan ke dalam labu tentukur, tambahkan larutan fase gerak sampai tanda (campur homogen),

sehingga didapatkan konsentrasi asesulfam k dalam rentang 4 s/d 120 ug/mL, sakarin 2 s/d 60 ug/mL dan aspartam 4 s/d 120 µg/mL. Ulangi prosedur ini sebanyak tiga kali.

b. Pembuatan larutan uji (*spiked sample*)

Sejumlah tertentu sampel blanko dipipet dan dimasukkan ke dalam labu tentukur. Kemudian masing - masing ditambahkan sejumlah tertentu larutan baku antara asesulfam k, sakarin dan aspartam. Tambahkan fase gerak sampai tanda dan campur homogen. Sehingga didapatkan konsentrasi asesulfam k dalam rentang 40 s/d 140 ug/mL, sakarin 20 s/d 70 ug/mL dan aspartam sebesar 40 s/d 140 µg/mL. Larutan *spike sample* disaring menggunakan membrane filter 0.45 µm. Filtrat larutan diambil dan disimpan dalam wadah yang tertutup rapat. Ulangi prosedur ini sebanyak tiga kali.

c. Larutan baku dan larutan uji (*spiked sample*) dianalisis menggunakan instrumen KCKT dengan kondisi yang tercantum pada Tabel 2 dan Tabel 3. Masing – masing larutan disuntikkan sebanyak dua kali pengulangan.

d. Interpretasi hasil; persamaan dihitung dengan regresi $Y = a + bx$

3. Presisi

1.0 mL sampel blanko dipipet dan dimasukkan ke dalam labu tentukur 10 mL. Kemudian ditambahkan masing-masing 1.0; 0.5 dan 1.0 mL larutan baku induk asesulfam k, sakarin dan aspartam dan ditepatkan volumenya dengan fase gerak sampai tanda, kocok homogen, sehingga didapatkan konsentrasi asesulfam k, sakarin dan aspartam sebesar 100; 50 dan 100 µg/mL. Setelah homogen saring larutan *spiked sample* menggunakan membran filter 0.45 µm. Filtrat larutan diambil dan disimpan dalam wadah yang tertutup rapat. Analisis dengan instrumen KCKT berdasarkan kondisi dan parameter yang ditunjukkan oleh Tabel 2 dan Tabel 3. Pengulangan dilakukan sebanyak enam kali dengan dua kali penyuntikan

4. Akurasi

a. Pembuatan larutan uji (*spiked sample*)

Sejumlah tertentu sampel blanko dipipet dan dimasukkan ke dalam labu tentukur. Kemudian masing - masing ditambahkan sejumlah tertentu larutan baku antara asesulfam k, sakarin dan aspartam. Tambahkan fase gerak sampai tanda dan campur homogen. Sehingga didapatkan konsentrasi asesulfam k dalam rentang 40 s/d 140 ug/mL, sakarin 20 s/d 70 ug/mL dan aspartam sebesar 40 s/d 140 µg/mL. Larutan *spike sample* disaring menggunakan membran filter 0.45 µm. Filtrat larutan diambil dan disimpan dalam wadah yang tertutup rapat. Ulangi prosedur ini sebanyak tiga kali.

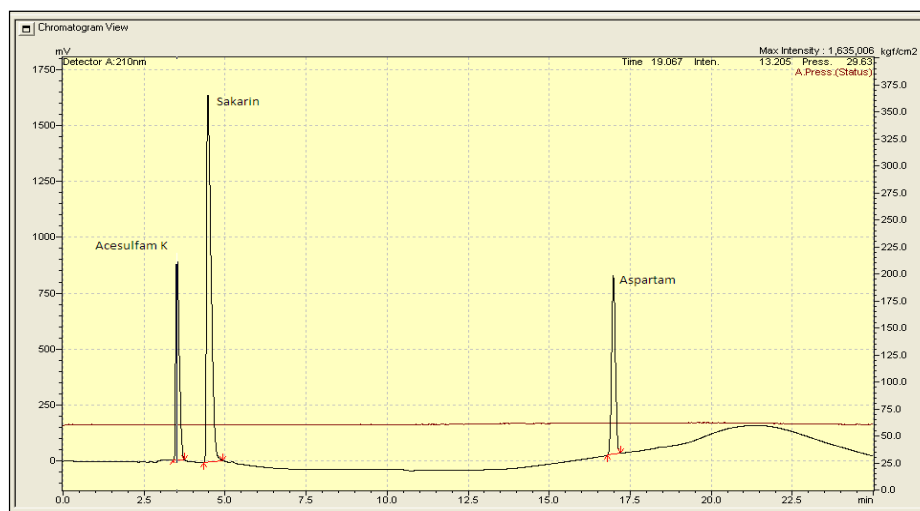
- b. Larutan *spiked sample* dianalisis menggunakan instrumen KCKT dengan kondisi yang tercantum pada Tabel 2 dan Tabel 3. Masing-masing larutan diinjek sebanyak dua kali pengulangan.
 - c. Kriteria penerimaan: Persen perolehan kembali dari setiap penemuan kembali analit yang diuji (% rekovery) tidak kurang dari 80 % dan tidak lebih dari 110 %.
5. Penetapan batas deteksi dan kuantifikasi (LOD & LOQ)
- a. Pembuatan larutan baku untuk penetapan batas deteksi
Sejumlah larutan baku campuran dipipet dan masukkan ke dalam labu tentukur, tambahkan larutan fase gerak sampai tanda. Kocok homogen, sehingga didapatkan konsentrasi asesulfam k dalam rentang 0.8 s/d 20 ug/mL, sakarin 0.4 s/d 10 ug/mL dan aspartam 0.8 s/d 20 µg/mL. Ulangi prosedur ini sebanyak 3 kali.
 - b. Pembuatan Larutan *Spiked Sample*
Dipipet 1.0 mL sampel blanko dan 0.4 mL larutan baku campuran, masukkan ke dalam labu tentukur 10 mL. Kemudian tambahkan aquades sampai tanda, kocok homogen. Sehingga didapatkan konsentrasi asesulfam k, sakarin dan aspartam sebesar 2.4; 1.2 dan 2.4 µg/mL. Setelah homogen saring larutan *spike sample* menggunakan membran filter 0.45 µm. Ambil filtrat larutan dan simpan dalam wadah yang tertutup rapat.
 - c. Penetapan Batasan Deteksi dan kuantifikasi

Larutan baku campuran (untuk penetapan batas deteksi) dan larutan *spiked sample* dianalisis menggunakan instrumen KCKT dengan kondisi yang tercantum pada Tabel 2 dan Tabel 3. Masing – masing larutan diinjek sebanyak tiga kali dan tiga kali pengulangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan metode analisis pemanis simultan asesulfam k, sakarin dan aspartam pada minuman ringan dengan menggunakan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi ini dilakukan dengan lima parameter validasi. Parameter validasi yang digunakan untuk memvalidasi metode analisis adalah uji kesesuaian sistem dan uji spesifisitas, linieritas, presisi, akurasi dan Penetapan batas deteksi dan kuantifikasi (LOD & LOQ). Dari kelima parameter metode analisis ini memenuhi semua persyaratan sehingga dapat dikatakan metode ini valid dan dapat digunakan untuk pengujian sampel minuman ringan.

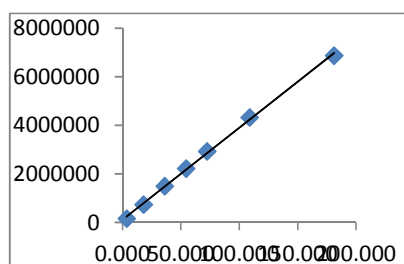
Pada parameter uji kesesuaian sistem dan uji spesifisitas terlihat bahwa ketiga analit terpisah dengan baik seperti pada Gambar 1 dibawah ini. Hal ini juga didukung dengan data dari uji resolusi yaitu ≥ 1.5 . Perbedaan % RSD untuk enam kali pengulangan penyuntikan juga memberikan hasil dibawah 2 persen yang berarti bahwa tidak nyataanya pergeseran waktu retensi untuk tiap kali penyuntikan. Untuk *tailing factor* atau faktor ikutan juga masih dibawah yang dipersyaratkan yaitu ≤ 2.0 . Begitu juga dengan nilai efisiensi kolom yang masih diatas nilai 2000.



Gambar 1. Kromatogram Asesulfam k, sakarin dan aspartam pada uji spesifisitas

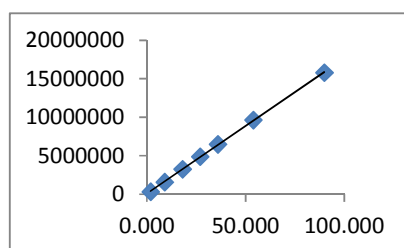
Untuk linieritas baku dan linieritas sampel nilai dari koefisien regresi masih memenuhi persyaratan yaitu diatas atau ≥ 0.99 . Walaupun untuk linieritas sampel agak lebih kompleks matriksnya namun nilai tersebut masih bisa tercapai. Matriks minuman ringan yang digunakan memang berpengaruh terhadap nilai linieritas sampel ini. Sehingga menyebabkan nilai koefisien regresinya menjadi rendah. Namun nilai koefisien regresi pada linieritas sampel untuk ketiga analit asesulfam k, sakarin dan aspartam masih diatas 0.99.

a. Kurva Linieritas asesulfam k



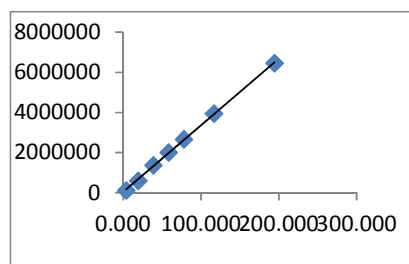
a 103335
b 37891
r 0.9994

b. Kurva Linieritas Sakarin



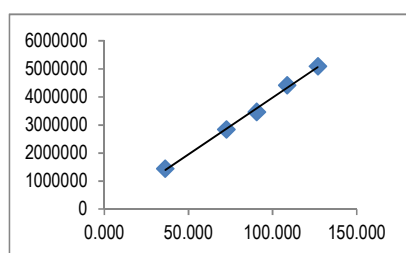
a 94595
b 175685
r 0.9999

c. Kurva Linieritas Aspartam



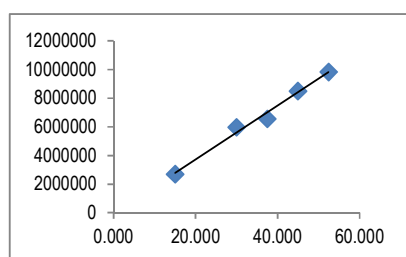
a 31271
b 33317
r 0.9996

a. Kurva Linieritas Asesulfam k dalam sampel



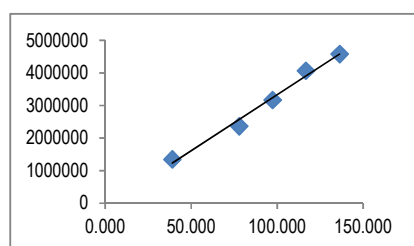
a -72640
b 40527
r 0,998

b. Kurva Linieritas Sakarin dalam sampel



a -27924
b 187549
r 0,994

c. Kurva Linieritas aspartam dalam sampel



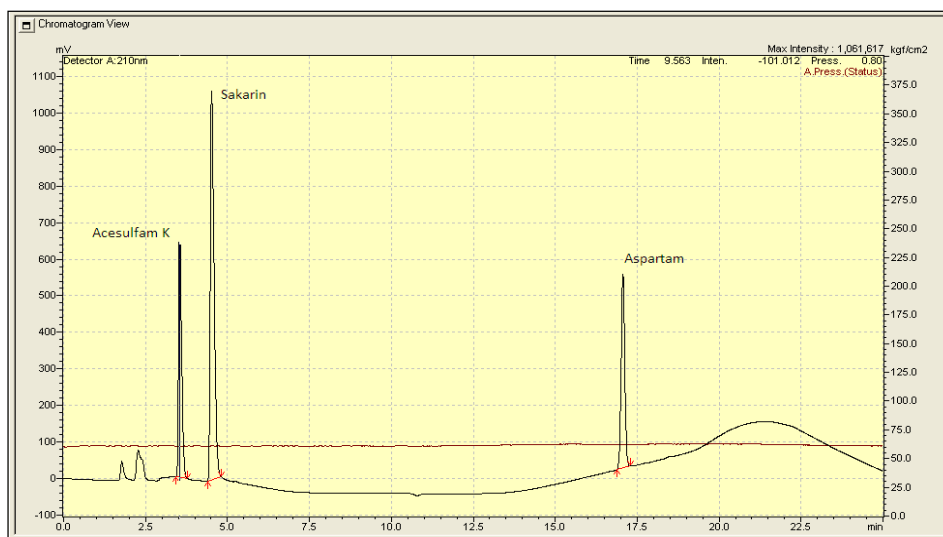
a -110809
b 34476
r 0,994

Untuk uji presisi persyaratan yang harus dipenuhi adalah nilai 2/3 CV Horwitz masih dibawah persen RSD. Pada proses validasi metode analisis ini ketiga analit dalam sampel minuman ringan masih memperoleh nilai persen RSD dibawah nilai 2/3 CV Horwitz. Nilai persen RSD untuk ketiga analit asesulfam k, sakarin dan aspartam secara berturut-turut adalah 1.502; 0.661 dan 1.253 % sedangkan nilai 2/3 CV Horwitznya adalah 5.430; 6.358 dan 5.377 % (Tabel. 4).

Tabel. 4 Presisi Asesulfam k, Sakarin dan Aspartam

Sampel	Ulangan	Area			Konsentrasi (µg/mL)			Konsentrasi (µg/mL)		
		asesulfam k	sakarin	aspartam	asesulfam k	sakarin	aspartam	asesulfam k	sakarin	aspartam
Sampel 1	1	3546366	6862403	3274514	90,601	32,036	97,227	88,660	31,005	95,632
	2	3400751	6429458	3168710	86,719	29,974	94,038			
Sampel 2	1	3495372	6630537	3159726	89,241	30,931	93,767	89,326	30,921	94,126
	2	3501729	6626182	3183538	89,411	30,911	94,485			
Sampel 3	1	3545613	6705390	3239925	90,580	31,288	96,184	91,128	31,332	95,504
	2	3586672	6723920	3194792	91,675	31,376	94,824			
Sampel 4	1	3399565	6632571	3253716	86,687	30,941	96,600	87,789	31,336	96,190
	2	3482203	6798251	3226515	88,890	31,730	95,780			
Sampel 5	1	3470534	6699824	3180130	88,579	31,261	94,382	87,990	31,153	93,673
	2	3426307	6654306	3133078	87,400	31,045	92,964			
Sampel 6	1	3408910	6609780	3130138	86,937	30,832	92,876	87,570	30,859	93,309
	2	3456457	6620928	3158913	88,204	30,886	93,743			
RATA-RATA								88,744	31,101	94,739
SD								1,333	0,206	1,187
%RSD								1,502	0,661	1,253
CV HORWITZ								8,145	9,538	8,065
2/3 CV HORWITZ								5,430	6,358	5,377
% RSD < 2/3 CV HORWITZ								Diterima	Diterima	Diterima

Pengujian akurasi dilakukan pada lima tingkatan konsentrasi dengan tiga kali pengulangan dan dua kali penyuntikan. Untuk uji akurasi harus memenuhi persyaratan yaitu nilai perolehan kembali diantara rentang 80 sampai 110 %. Pada pengembangan metode analisis ini didapatkan nilai perolehan kembali antara 80 sampai 110 % untuk ketiga analit yang diuji, sehingga hasil ini memenuhi kriteria validasi (Gambar 2. Dan Tabel 5).



Gambar 2. Kromatogram asesulfam k, sakarin dan aspartam pada uji akurasi

Tabel 5. Akurasi dalam beberapa tingkatan konsentrasi

Sampel	Area			Konsentrasi (µg/mL)			Persen Akurasi		
	asesulfam k	sakarin	aspartam	asesulfam k	sakarin	aspartam	asesulfam k	sakarin	aspartam
SPK I	1437187	2705939	1345592	34,379	14,689	39,094	94,860	98,025	100,492
SPK II	2837767	5977344	2362642	71,712	33,385	69,746	99,075	111,326	89,854
SPK III	3497966	6650794	3205283	89,310	37,233	95,140	98,571	99,391	97,823
SPK IV	4414447	8503418	4071668	113,740	47,821	121,251	104,612	106,378	103,891
SPK V	5073310	9819500	4569032	131,302	55,342	136,240	103,512	105,522	100,058

Untuk nilai LOD dan LOQ metode yang digunakan adalah dengan membuat kurva kalibrasi dengan konsentrasi rendah. Nilai LOD dan LOQ ditentukan dengan melakukan penambahan larutan baku ke dalam sampel (spike sample) sehingga akan didapatkan nilai akurasi dan presisi yang memenuhi persyaratan. Nilai standard deviasi dari pengulangan penyuntikan *spiked sample* tersebut dijadikan nilai LOD dan LOQ dimana untuk nilai LOD dikalikan tiga dan LOQ dikalikan sepuluh. Nilai LOD dan LOQ untuk ketiga analit secara berturut-turut adalah 0.051; 0.022 dan 0.179 µg/mL (LOD) dan 0.169; 0.073 dan 0.597 µg/mL (LOQ).

Tabel 6. LOD dan LOQ

No	Sampel	Ulangan	Area			Konsentrasi (µg/mL)		
			asesulfam k	sakarin	aspartam	asesulfam k	sakarin	Aspartam
1	Spike sampel	1	72293	178170	62139	1.802	0.923	1.905
2		2	71506	174004	66978	1.782	0.900	2.063
3		3	72917	174412	62795	1.817	0.902	1.926
4		4	73082	175318	65907	1.821	0.907	2.028
5		5	72997	175718	66322	1.819	0.909	2.041
6		6	72422	176495	63142	1.805	0.914	1.937
7		7	72540	175115	63757	1.808	0.906	1.958
8		8	72949	175667	62739	1.818	0.909	1.924
9		9	71156	177049	62762	1.774	0.917	1.925
			rata2			1.805	0.910	1.967
			Sd			0.017	0.007	0.060
			%rsd			0.937	0.799	3.033
			CV horwitz			14.639	16.230	14.451
			2/3 CV horwitz			9.759	10.820	9.634
			Akurasi			83.009	84.311	84.287
			LOD			0.051	0.022	0.179
			LOQ			0.169	0.073	0.597

Hasil pengujian terhadap delapan puluh empat (84) sampel minuman ringan yang diduga mengandung pemanis buatan, semua sampel menunjukkan kadar asesulfam k, sakarin dan aspartam yang diperoleh masih dibawah nilai ADI. Sehingga dapat disimpulkan bahwa produk minuman ringan ini aman dikonsumsi. Untuk klaim *food authentica* terdapat 12 sampel atau 14.285 persen yang tidak memenuhi klaim yang tertera pada label. Hal ini terlihat dari klaim pada label sampel minuman ringan yang menyatakan menggunakan asesulfam k sebanyak 40 sampel, aspartam 58 sampel sedangkan sakarin tidak ada. Akan tetapi dari hasil pengujian yang dilakukan didapatkan 51 sampel mengandung asesulfam k, 2 sampel mengandung sakarin dan 60 sampel mengandung aspartam. Dari data ini terlihat bahwa ada 11 sampel yang mengandung asesulfam k, dua sampel mengandung sakarin dan 2 sampel mengandung aspartam tetapi tidak mencantumkan dalam klaim label.

KESIMPULAN DAN SARAN

Metode analisis penetapan kadar simultan asesulfam k, sakarin dan aspartam dalam minuman ringan menggunakan KCKT yang dikembangkan oleh Pusat Riset Obat dan Makanan (PROM) telah divalidasi berdasarkan parameter validasi, yaitu Uji kesesuaian Sistem (UKS) dan Uji Spesifisitas, Linieritas, Keseksamaan (presisi), kecermatan (akurasi), dan LOD dan LOQ. Hasil validasi terhadap pemanis simultan asesulfam k, sakarin dan aspartam yang digunakan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa pengujian berada dalam rentang penerimaan; (i) nilai Resolusi (R) analit asesulfam k, sakarin dan aspartam secara berturut – turut adalah 4.004 dan 50.747 (syarat keberterimaan >1.5), (ii) efisiensi kolom

asesulfam k, sakarin dan aspartam secara berturut-turut adalah 4553; 4384 dan 92297 (syarat keberterimaan > 2000), (iii) faktor ikutan (*tailing factor*) asesulfam k, sakarin dan aspartam secara berturut-turut adalah 1.905; 2.005 dan 1.110 (syarat keberterimaan ≤ 2), (iv) SBR (Simpangan baku relative-RSD) pada 5 kali penyuntikan ulang asesulfam k, sakarin dan aspartam secara berturut-turut adalah 0.262; 0.317 dan 0.246 % (syarat keberterimaan < 2 %).

Pada uji spesifitas (i) tidak terjadi interferensi dari puncak larutan baku, puncak dari larutan uji dan puncak dari larutan hasil urai (metabolit), (ii) puncak pelarut terpisah dengan baik dari puncak analit, (iii) pada penyuntikan campuran larutan uji dan larutan baku diperoleh satu puncak yang solid dari analit yang diuji. Uji linieritas baku menghasilkan nilai koefisien korelasi asesulfam k, sakarin dan aspartam secara berturut-turut adalah 0.9994; 0.9999 dan 0.9999 untuk linieritas larutan sampel menghasilkan nilai koefisien korelasi asesulfam k, sakarin dan aspartam secara berturut-turut adalah 0.9980; 0.9940 dan 0.9940 (syarat keberterimaan > 0,99). Nilai %RSD pada uji presisi larutan sampel asesulfam k, sakarin dan aspartam secara berturut-turut adalah 1.502; 0.661 dan 1.253 % dan nilai 2/3 CV Horwitznya adalah 5.430; 6.358 dan 5.377. Nilai akurasi sampel asesulfam k, sakarin dan aspartam untuk campuran I secara berturut-turut adalah 94.860; 98.025 dan 100.492 %. Untuk campuran II secara berturut-turut adalah 99.075; 111.326 dan 89.854 %. Untuk campuran III secara berturut-turut adalah 98.571; 99.391 dan 97.823 %. Untuk campuran IV secara berturut-turut adalah 104.612; 106.378 dan 103.891 %. Untuk campuran V secara berturut-turut adalah 105.512; 105.522 dan 100.058 % (syarat keberterimaan 80 – 110%). Nilai LOD dan LOQ asesulfam k, sakarin dan aspartam secara berturut-turut adalah 0.051; 0.022 dan 0.179 $\mu\text{g/mL}$ (LOD) dan 0.169; 0.073 dan 0.597 $\mu\text{g/mL}$ (LOQ).

Berdasarkan nilai tersebut dapat disimpulkan bahwa metode analisis penetapan kadar simultan asesulfam k, sakarin dan aspartam dalam minuman ringan secara KCKT ini valid dan dapat digunakan untuk pengujian sampel. Hasil pengujian terhadap 84 sampel minuman ringan menggunakan metode analisis yang tervalidasi ini menunjukkan kadar asesulfam k, sakarin dan aspartam yang diperoleh masih dibawah nilai ADI (*Acceptable Daily Intake*). Untuk klaim food authentica didapatkan bahwa 14.285 persen sampel tidak memenuhi persyaratan klaim yang diajukan, sedangkan sisanya memenuhi persyaratan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah melakukan pengembangan serta validasi metode analisis pemanis secara simultan untuk golongan pemanis buatan selain yang telah dikembangkan diatas.

DAFTAR PUSTAKA

- Ermer, J. 2005. Performance parameters, calculations and tests. *Di dalam* : Method Validation in Pharmaceutical Analysis (J. Ermer dan J.H.McB.Miller, eds.). WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.

- Harmita. 2004. Petunjuk pelaksanaan validasi metode dan cara perhitungannya. *Di dalam* : Majalah Ilmu Kefarmasian, Desember., Vol. 1, No.3, pp. 117 – 135. Departemen Farmasi FMIPA-UI
- Ibrahim, S. 2009. Implementasi Validasi Pengujian Mutu Sediaan Farmasi Untuk Penjaminan Khasiat, Keamanan, dan Mutunya. Penataran Sertifikasi Kompetensi Apoteker, ISF Jawa Barat-Sekolah Farmasi ITB, 13-14 Maret 2009. Jakarta
- International Conference for Harmonization.2005. ICH Q2 (RI): Validation of Analytical Procedures: Text and Methodology.
- Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan RI No. 4 Tahun 2014: Tentang Batas Maksimum Penggunaan Bahan Tambahan Pangan Pemanis
- Kementerian Kesehatan RI., 2012. PERMENKES No. 33: Bahan Tambahan Pangan
- Serdar & Knezevic. 2010. Determination of Artificial Sweeteners in Beverages and Special Nutritional Products Using High performance Liquid Chromatograph. Environmental Health Service, Zagreb Croatia.

PENGARUH PENAMBAHAN EKSTRAK HERBAL TERHADAP SIFAT FISIKOKIMIA BERAS *PARBOILED* TERFORTIFIKASI KROMIUM

EFFECT OF HERBAL EXTRACTS COATING ON PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTIC OF CHROMIUM FORTIFIED-PARBOILED RICE

Wisnu Adi Yulianto^{a*}, Sri Luwihana^a, Mamilisti Susiati^b, dan Hendy Indra Permana^a
^aProdi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Agroindustri, Universitas Mercu Buana Yogyakarta
Jalan Wates Km 10, Yogyakarta, Indonesia
^bProdi Peternakan, Fakultas Agroindustri, Universitas Mercu Buana Yogyakarta
Jalan Wates Km 10, Yogyakarta, Indonesia

*Email: wisnuadiyuli@gmail.com

ABSTRACT

In the management of the diet for diabetics, necessary staple foods that have a low glycemic index and adequate intake of chromium. The chromium fortified-parboiled rice (Cr-PR) have physicochemical characteristic that is not good (easy rancid, and smell rice husk). It is one of alternative for improving physicochemical characteristic of Cr-PR which is added herbal extract. The purpose of this research is to investigate the influence herbal extract addition towards physicochemical characteristic of Cr-PR. In this research, the treatment used herbal extracts that are cinnamons, pandan leaves and bay leaves with the each extract concentrate of 3%, 6% and 9%. The physicochemical characteristic analyzed including size, shape, colour value, lightness, alkali spreading value, water content, amylose content and phenol content. Data was obtained by analysis of variance at the trust level of 95%. Any significant difference in each treatment was continued by Duncan Multiple Range Test. The result of this research that showed the addition concentration of the herbal extract did not affect the size, shape and color amylose content but affect the value, lightness, and water content. The higher the concentration of the herbal extract added value tends to increase the color value, but lower the lightness value, and water content of Cr-PR. The Cr-PR rice which has properties of high brightness (44.13) was resulted by treatment of pandan extract additional 3%.

Keywords: chromium, cinnamon, pandan leaf, bay leaf, parboiled rice

ABSTRAK

Dalam pengelolaan diet untuk penderita diabetes diperlukan makanan pokok yang memiliki indeks glikemik rendah dan cukup asupan kromium. Meskipun beras parboiled yang difortifikasi kromium memiliki indeks glikemik rendah, tetapi memiliki sifat mudah tengik, dan bau sekam padi. Oleh karena itu, perlu diupayakan peningkatan mutu beras tersebut dengan cara dilapisi ekstrak herbal. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pelapisan ekstrak herbal terhadap karakteristik fisikokimia beras parboiled terfortifikasi kromium (Cr-PR). Pada penelitian ini, bubuk kayu manis, daun pandan dan daun salam digunakan sebagai sumber ekstrak herbal, yang masing-masing digunakan konsentrasi sebesar 3%, 6% dan 9%. Atribut fisikokimia beras yang dianalisis meliputi ukuran, bentuk, color value, kecerahan (lightness), kadar air, kadar amilosa dan kadar fenol. Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis varian dengan tingkat kepercayaan 95% dan jika terdapat perbedaan yang signifikan di dalam setiap perlakuan, dilanjutkan dengan Duncan multiple range test. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi ekstrak herbal tidak

mempengaruhi ukuran, bentuk dan kadar amilosa, tetapi mempengaruhi colour value, lightness, dan kadar air. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak herbal yang ditambahkan cenderung meningkatkan nilai colour value, tetapi menurunkan nilai lightness, dan kadar air Cr-PR. Cr-PR yang memiliki sifat kecerahan tinggi (44,13) dihasilkan dari perlakuan penambahan ekstrak pandan sebesar 3%.

Kata kunci: kromium, kayu manis, daun pandan, daun salam, parboiled rice

PENDAHULUAN

Diabetes mellitus (DM) merupakan kelainan metabolik yang prevalensi di seluruh dunia antara 1-5% (Susztak dkk., 2006). Secara global, jumlah penderita DM terus meningkat dari tahun ke tahun. WHO (2003) memperkirakan 135 juta orang seluruh dunia terkena DM pada tahun 1995 dan meningkat menjadi 300 juta orang pada tahun 2025.

Salah satu upaya yang dilakukan untuk mengelola diabetes ialah mengonsumsi makanan yang lambat meningkatkan gula darah tetapi dapat memberikan kepuasan rasa kenyang. Makanan tersebut dicirikan dengan memiliki indeks glikemik (IG) yang rendah. Indeks glikemik adalah tingkatan pangan menurut efeknya terhadap gula darah. Disamping masalah ketersediaan insulin, ternyata penderita diabetes juga diketahui kekurangan kromium. Disampaikan oleh Smolin dan Grosvenor (2007), defisiensi kromium juga menyebabkan kadar gula darah tinggi. Mengingat rendahnya kandungan kromium dalam beras, maka upaya fortifikasi ke dalam beras perlu dilakukan. Hasil yang dilaporkan Phung dkk. (2010) bahwa suplementasi kromium (CrCl_3) dapat menurunkan kebutuhan insulin. Suplementasi kromium tersebut dapat menurunkan gula darah puasa sebesar 10-38% dan menurunkan hemoglobin terglikosilasi sekitar 1%.

Hasil penelitian Yulianto dkk. (2012) dengan fortifikasi kromium menunjukkan bahwa beras tersebut berindeks glikemik 36.33, tergolong rendah (<55) akan tetapi sifat fisikokimianya masih kurang baik. Sebagaimana terjadi pada beras parboiled warnanya kuning hingga cokelat, mudah tengik dan aroma parboiled (bau nasi wayu dan sekam padi). Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk memperbaiki sifat sensoris dan fisikokimianya. Tahapan yang perlu dilakukan adalah penambahan ekstrak herbal sebagai penguat aroma. Bahan alami yang biasa atau sudah dikenal masyarakat yang ditambahkan pada makanan ialah daun pandan, kayu manis, dan daun salam.

Senyawa yang bertanggung jawab sebagai pemberi aroma pada beras ialah 2-asetil-1-pirolin (Paule dan Powers, 1989; Tulyatan dkk., 2010; Laohakunjit dan Kerdchoechuen, 2007). Selain sebagai penguat aroma makanan, pandan juga digunakan pada industri parfum dan medis sebagai obat diuretik, *cardio-tonic*, dan anti-diabetes (Wakte dkk., 2010). Dilaporkan oleh Jimtaisong dan Krisdaphong (2013), ekstrak daun pandan pada pelarut propilen glikol memiliki aktivitas penangkal radikal (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) dan kadar fenol total yang lebih tinggi dari pada yang diekstrak dengan etanol, sedangkan aktivitas antioksidan dari ekstrak daun lebih tinggi dibandingkan yang dari akar. Khan dkk. (2003) juga melaporkan bahwa asupan kayu manis sebesar 1, 3, atau 6 gram per hari mampu menurunkan gula darah serum, trigliserida, LDL kolesterol, dan total kolesterol pada

penderita diabetes tipe 2. Ekstrak daun salam diketahui, selain dapat memperbaiki aroma nasi, juga dapat menurunkan nilai IG atau kadar gula darah (Sukmadinata, 2007).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pelapisan dengan jenis dan konsentrasi ekstrak kayu manis, daun pandan dan daun salam terhadap sifat fisikokimia beras *parboiled* terfortifikasi kromium.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan adalah varietas padi jenis Ciherang, fortifikasi kromium (CrCl_3), ekstrak herbal kayu manis (*Cinnamomum cassia*), daun pandan (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.), daun salam (*Syzygium polyanthum* [Wigh] Walp), gum arab 30%, sorbitol 30% serta tween 80. Bahan kimia yang digunakan untuk analisa adalah aquades, NaOH 1 N, Etanol 95%, Asetat 1 N, dan Iod 0.2%.

Pembuatan beras *parboiled* dengan fortifikasi kromium

Gabah sebanyak 5 kg dicuci 3 kali dengan 2 kali menggunakan air dan 1 kali menggunakan aquades dengan perbandingan gabah dan air/aquades 1 : 1.2, atau gabah 5kg dan air/aquades 6 L. Gabah disortasi kemudian direndam dalam 7,5 liter aquades pada suhu $65^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ selama 2,5 jam. Proses fortifikasi dengan menambahkan kromium dengan kadar 7.47 mg/L. Gabah ditiriskan kemudian dilakukan pengukusan selama 25 menit. Proses pendinginan pada suhu 0°C selama 6 jam dan dikeringkan menggunakan *Cabinet Dryer* pada suhu 50°C sampai mencapai kadar air 13-14% bb, setelah itu dilakukan proses pengupasan/penggilingan kulit.

Pelapisan beras *parboiled* terfortifikasi kromium dengan ekstrak herbal

Pembuatan ekstrak kayu manis, daun pandan dan daun salam menggunakan metode Al-Jamal dan Rasheed (2010). Rendam 500 g bahan herbal pada 1500 ml air panas 88°C selama 6 jam, kemudian disaring dengan kertas saring Whatman 41. Filtrat ditampung dalam botol gelap, disimpan didalam refrigerator 4°C , dan diekstrak dengan *Rotary Vacuum*. Hasil ekstrak kayu manis, pandan, dan salam masing-masing dihasilkan sebesar 225 ml. Pelapisan beras *parboiled* terfortifikasi kromium dengan modifikasi menurut Laohakunjit dan Kerdchoechuen (2007). Dibuat 3 kelompok adonan yang terdiri dari Gum arab 30%, Sorbitol 30%, 2 tetes Tween 80 dan jenis ekstrak dengan kadar masing-masing 3%, 6% dan 9%. Pencampuran ekstrak dengan penyemprotan menggunakan *sprayer* kemudian dikeringkan menggunakan *Fluid Bed Dryer* dengan suhu 50°C hingga kadar air 13 %.

Beras *parboiled* terfortifikasi kromium dengan pelapisan ekstrak herbal kemudian dianalisis fisikokimia. Analisis yang dilakukan meliputi ukuran dan bentuk (Webb, 1980 dalam Damardjati dan Purwani, 1991), warna beras dengan menggunakan *Color meter* (CR 10 Minolta), kadar air, dan kadar amilosa (IRRI, 1971 dalam Apriyantono dkk., 1989).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Ukuran dan Bentuk

Hasil pengukuran beras *parboiled* terfortifikasi kromium dengan penambahan ekstrak herbal disajikan pada Tabel 1. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa tidak ada beda nyata pada ukuran dan bentuk beras *parboiled* terfortifikasi kromium dengan penambahan ekstrak dari berbagai macam konsentrasi.

Tabel 1. Ukuran dan bentuk beras *parboiled* terfortifikasi kromium dengan pelapisan ekstrak herbal dari berbagai jenis dan konsentrasi

Jenis rempah	Konsentrasi (%)	Ukuran		Bentuk		
		Panjang(mm)	Klasifikasi	Lebar (mm)	Nisbah (P/L)	Klasifikasi
Kayu manis	3	6.39	Panjang	2.24	2.85	Agak bulat
Kayu manis	6	6.48	Panjang	2.27	2.85	Agak bulat
Kayu manis	9	6.53	Panjang	2.24	2.92	Agak bulat
Pandan	3	6.34	Panjang	2.13	2.98	Agak bulat
Pandan	6	6.34	Panjang	2.19	2.89	Agak bulat
Pandan	9	6.45	Panjang	2.20	2.93	Agak bulat
Salam	3	6.39	Panjang	2.18	2.93	Agak bulat
Salam	6	6.49	Panjang	2.25	2.88	Agak bulat
Salam	9	6.51	Panjang	2.20	2.96	Agak bulat

Keterangan: Tidak signifikan

Dari tabel tersebut, beras *parboiled* terfortifikasi kromium dengan penambahan ekstrak kayu manis, daun pandan dan daun salam mempunyai panjang berkisar antara 6.34-6.53 mm dan mempunyai nisbah berkisar antara 2.85-2.98. Berdasarkan data tersebut maka beras *parboiled* terfortifikasi kromium dengan penambahan ekstrak herbal dapat diklasifikasikan berukuran panjang dan bentuknya sedang. Standar mutu beras di pasaran internasional mengklasifikasikan biji panjang (6.0-6.9 mm) dan bentuk agak bulat berukuran 2.0-3.0 mm. (Webb, 1980 dalam Damardjati dan Purwani, 1991).

Penelitian Yulianto (2012) menyatakan bahwa beras *parboiled* terfortifikasi kromium tanpa penambahan ekstrak herbal mempunyai ukuran 6.50 mm (panjang) dan nisbah 2.93 (agak bulat). Beras *parboiled* dengan atau tanpa penambahan ekstrak herbal mempunyai ukuran dan bentuk yang hampir sama. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan ekstrak herbal tidak berpengaruh terhadap ukuran dan bentuk beras *parboiled* terfortifikasi kromium.

2. Color value

Hasil uji warna pada beras *parboiled* terfortifikasi kromium dengan pelapisan ekstrak herbal disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. *Color value* beras *parboiled* terfortifikasi kromium dengan pelapisan ekstrak herbal dari berbagai jenis dan konsentrasi

Jenis ekstrak	Konsentrasi (%)		
	3	6	9
Kayu manis	15.00 ^a	15.35 ^b	16.23 ^c
Pandan	14.96 ^a	15.99 ^c	16.08 ^c
Salam	16.02 ^c	17.45 ^d	17.75 ^e

Keterangan: Angka yang diikuti dengan notasi huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada tingkat signifikansi 0,05 ($P < 0,05$).

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara jenis dan konsentrasi ekstrak herbal pada pembuatan beras *parboiled* terfortifikasi kromium dan memiliki pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) terhadap *colour value* beras *parboiled* terfortifikasi kromium. Dari Tabel 2 terlihat terdapat kecenderungan semakin besar konsentrasi ekstrak herbal yang ditambahkan semakin besar pula nilai *colour value* beras *parboiled* yang dihasilkan. Semakin tinggi nilai *colour value* menunjukkan semakin gelap beras *parboiled* yang dihasilkan.

Hasil uji warna (*color value*) pada beras *parboiled* dengan penambahan ekstrak kayu manis berkisar antara 15.01-16.23. Warna beras *parboiled* dengan penambahan ekstrak kayu manis dipengaruhi oleh kandungan eugenol. Eugenol merupakan zat cair berbentuk minyak berwarna sedikit kekuning-kuningan yang terdapat dalam kayu manis.

Hasil uji warna (*color value*) pada beras *parboiled* dengan penambahan ekstrak daun pandan berkisar antara 14.96-16.08. Warna beras *parboiled* dengan penambahan ekstrak daun pandan wangi dipengaruhi oleh kandungan flavonoid dan klorofil. Hasil pengujian Prameswari dan Widjanarko (2014) melaporkan bahwa ekstrak air daun pandan wangi mengandung tanin, alkaloid, flavonoid, dan polifenol. Selain flavonoid pada daun pandan zat yang berfungsi sebagai pewarna adalah klorofil (zat hijau daun).

Colour value tertinggi dihasilkan dari beras *parboiled* yang dilapisi dengan ekstrak daun salam pada konsentrasi 9% yaitu 17.74. Warna yang dihasilkan lebih cenderung kekuningan, warna kuning ini berasal dari kandungan flavonoid yang terdapat dalam daun salam. Beberapa riset ilmiah membuktikan bahwa salam mengandung minyak atsiri, tanin, flavonoid dan eugenol (Purwati, 2004). Flavonoid merupakan suatu kelompok yang termasuk ke dalam senyawa fenol yang terbanyak di alam, senyawa-senyawa flavonoid ini bertanggung jawab terhadap zat warna ungu,

merah, biru dan sebagian zat warna kuning dalam tumbuhan.

3. *Lightness*

Hasil analisis *lightness* beras *parboiled* terfortifikasi kromium dengan pelapisan ekstrak herbal disajikan pada Tabel 3. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara jenis dan konsentrasi ekstrak herbal pada pembuatan beras *parboiled* terfortifikasi kromium dan dapat memberikan perbedaan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) terhadap *lightness* beras *parboiled* terfortifikasi kromium. Warna dapat diamati menggunakan alat yaitu color meter. Nilai L^* (*lightness*) menyatakan tingkat gelap terang dengan kisaran 0-100, dimana nilai 0 menyatakan kecenderungan warna hitam atau sangat gelap, sedangkan nilai 100 menyatakan kecenderungan warna terang/putih (Pomeranz dan Meloans, 1994).

Pada Tabel 3 terlihat bahwa semakin besar konsentrasi ekstrak yang ditambahkan dalam beras *parboiled* terfortifikasi kromium maka nilai *lightness* yang diperoleh cenderung berkurang atau semakin gelap. Nilai *lightness* beras *parboiled* dengan penambahan ekstrak herbal berkisar antara 39.80-44.13. Hal ini dapat disebabkan karena semakin banyak kandungan zat warna dari tiap ekstrak yang terdapat pada tiap butir beras *parboiled* terfortifikasi kromium maka warna yang dihasilkan akan cenderung lebih gelap.

Tabel 3. *Lightness* beras *parboiled* terfortifikasi kromium dengan pelapisan ekstrak herbal dari berbagai jenis dan konsentrasi

Jenis ekstrak	Konsentrasi (%)		
	3	6	9
Kayu manis	42.30 ^d	41.43 ^b	39.80 ^a
Pandan	44.06 ^f	43.93 ^f	43.53 ^e
Salam	44.13 ^f	41.97 ^c	41.37 ^b

Keterangan: Angka yang diikuti dengan notasi huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada tingkat signifikansi 0,05 ($P < 0,05$)

Warna hijau tua ekstrak daun pandan yang menurunkan *lightness* beras *parboiled* disebabkan oleh senyawa fenolik dan sebagian alkaloida berwarna. Kandungan kimia pandan wangi diantaranya alkaloida, saponin, flavonoid, polifenol yang berfungsi sebagai zat antioksidan alami, tanin dan zat warna (Dalimartha, 2002). Warna kuning kecokelatan sampai cokelat tua pada penambahan ekstrak daun salam yang menyebabkan gelapnya warna beras *parboiled* diduga kontribusi dari terekstraknya senyawa pewarna polar alami (kuning kecokelatan) terutama dari polimer fenol atau polifenol seperti tannin, lignin dan kuinon. Pigmen kuinon diketahui memiliki warna mulai dari kuning sampai cokelat tua (Harborne, 1987). Begitu juga dengan warna cokelat kemerahan dari ekstrak kayu manis juga menurunkan *lightness* beras *parboiled*.

4. Kadar Air

Hasil analisa kadar air beras *parboiled* terfortifikasi kromium dengan pelapisan ekstrak herbal dari berbagai jenis dan konsentrasi disajikan pada Tabel 4. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara jenis dan konsentrasi ekstrak herbal pada pembuatan beras *parboiled* terfortifikasi kromium dan memiliki pengaruh yang nyata ($P < 0.05$) terhadap kadar air beras *parboiled* terfortifikasi kromium yang dihasilkan. Beras *parboiled* terfortifikasi kromium tanpa penambahan ekstrak herbal mempunyai kadar air sebesar 12.65% (Yulianto dkk., 2012). Kadar air beras *parboiled* yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 10.77-12.71%. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang ditambahkan semakin rendah kadar air yang dihasilkan, kecuali pada penambahan ekstrak herbal kayu manis pada konsentrasi 3% dengan 6%. Hal ini dapat disebabkan semakin banyak ekstrak herbal yang dilapiskan semakin tinggi total padatan tetapi tidak memiliki kapasitas yang kuat untuk mengikat air.

Tabel 4. Kadar air (%) beras *parboiled* terfortifikasi kromium dengan pelapisan ekstrak herbal dari berbagai jenis dan konsentrasi

Jenis ekstrak	Konsentrasi (%)		
	3	6	9
Kayu manis	12.59 ^{de}	12.20 ^{cd}	11.35 ^b
Pandan	12.63 ^{de}	11.48 ^b	10.77 ^a
Salam	12.71 ^e	12.09 ^c	11.03 ^{ab}

Keterangan: Angka yang diikuti dengan notasi huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada tingkat signifikansi 0.05 ($P < 0.05$)

Dari Tabel 4 terlihat kadar air beras *parboiled* yang dihasilkan berkisar antara 10,77-12,71%. Hasil kadar air beras *parboiled* dengan penambahan berbagai jenis dan konsentrasi masih sesuai dengan persyaratan SNI 01-6128-2008 tentang standar mutu beras giling yaitu sebesar 14% (Badan Standarisasi Nasional Indonesia, 2011).

5. Kadar Amilosa

Hasil analisa kadar amilosaber beras *parboiled* terfortifikasi kromium dengan pelapisan ekstrak herbal disajikan pada Tabel 5. Berdasarkan uji statistik diketahui bahwa tidak terdapat beda nyata pada analisis kadar amilosa beras *parboiled* dengan pelapisan ekstrak herbal dari berbagai jenis dan konsentrasi. Beras *parboiled* dengan penambahan ekstrak herbal yang dihasilkan memiliki kadar amilosa antara 18.00-22.30 %. Hal ini menunjukkan bahwa beras *parboiled* dengan penambahan ekstrak herbal termasuk dalam beras berkadar amilosa rendah sampai menengah. Secara umum, berdasar kandungan amilosanya beras dapat dibagi menjadi empat golongan, yaitu amilosa rendah (<20%), amilosa sedang (20-25%), agak tinggi (25-27%) dan tinggi (>27%) (Haryadi, 2006).

Amilosa merupakan parameter utama yang menentukan mutu tanak dan mutu rasa nasi. Beras yang mengandung amilosa tinggi bila ditanak akan menghasilkan nasi

pera dan tekstur keras setelah dingin, sebaliknya kandungan amilosa pada beras yang rendah akan menghasilkan nasi pulen dan teksturnya lunak (Yusof dkk., 2005).

Tabel 5. Kadar amilosa (%) beras *parboiled* terfortifikasi kromium dengan pelapisan ekstrak herbal dari berbagai jenis dan konsentrasi

Jenis ekstrak	Konsentrasi (%)		
	3	6	9
Kayu manis	22.30	19.80	18.00
Pandan	21.70	20.80	19.70
Salam	21.10	20.80	18.90

Keterangan: Tidak signifikan

KESIMPULAN

Penambahan konsentrasi ekstrak herbal tidak mempengaruhi ukuran, bentuk dan kadar amilosa tetapi mempengaruhi *colour value*, *lightness*, dan kadar air. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak herbal yang ditambahkan cenderung meningkatkan nilai *colour value*, tetapi menurunkan nilai *lightness*, dan kadar air beras *parboiled* yang dihasilkan. Beras *parboiled* yang memiliki sifat kecerahan tinggi (44.13) dihasilkan dari perlakuan penambahan ekstrak pandan sebesar 3%.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Jamal, A., dan Rasheed, I.N. 2010. Effects of cinnamon (*Cassia zeylanicum*) on diabetic rats. *African Journal of Food Science* 4(9): 615-617.
- Apriyantono, A., Fardiaz, D., Puspitasari, N.L., Sedarnawati, dan Budiyo, S. 1989. Analisis pangan. PAU Pangan dan Gizi, IPB, Bogor.
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia. 2011. Persyaratan mutu beras giling. SNI 01-6128-2008. www.sisni.bsn.go.id [20 Agustus 2014].
- Dalimartha, S. 2002. Atlas tumbuhan obat Indonesia. Jilid I. PT. Pustaka Pembangunan Swadaya Nusantara. Jakarta.
- Damardjati, D.S. dan Purwani, E.Y. 1991. Mutu beras. Dalam E. Soenarjo, D.S. Damardjati, dan M. Syam (Ed.). Padi, Buku 3. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.
- Harborne, J.B., 1987. Metode fitokimia. Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan Jilid 2. ITB. Bandung. 354 h.
- Haryadi. 2006. Teknologi pengolahan beras. Gajah Mada University Press, Yogyakarta
- Jimtaisong, a. dan Krisdaphong, P. 2013. Antioxidant activity of *pandanus amaryllifolius* leaf and root extract and its application in topical emulsion, *Trop J Pharm Res*, vol. 12, no 3, pp. 425-431.
- Khan, A, Safdar, M., Khan, M. M. A., Khattak, K. K., and Anderson, R. A. 2003. Cinnamon improves glucose and lipids of people with type 2 diabetes, *Diabetes Care*, vol. 26, pp. 3215-3218.

- Laohakunjit, N. dan Kerdchoechuen, O. 2007. Aroma enrichment and the change during storage of non-aromatic milled rice coated with extraced natural flavor, *Food Chem*, vol 101, no. 1, pp. 339-344.
- Paule, C. M. dan Powers, J. J. 1989. Sensory and chemical examination of aromatic and nonaromatic rices. *J. Food Sci.* vol. 54, pp. 343–346.
- Phung, O.J., Quercia, R.A., Keating, K., Baker, W.L., Bell, J.L., White, C.M., dan Coleman, C.I. 2010. Improved glucose control associated with i.v. chromium administration in two patients receiving enteral nutrition. *Am J Health-Syst Pharm.*, 67: 535-541.
- Pomeranz, Y. dan Meloan, C.E. 1994. Food analysis theory and practice, 3rd ed. New York: Chapman and Hall.
- Praweswari, O. M. dan Widjanarko, S. B. 2014. The effect of water extract of pandan wangi leaf to decrease blood glucose levels and pancreas histopathology at diabetes mellitus rats, *Jurnal Pangan dan Industri*, vol. 2, no. 2, pp. 16-27.
- Purwati, A. 2004. Berita keanekaragaman hayati: sembilan tanaman obat unggulan hasil uji klinis badan POM.
- Smolin, L.A dan Grosvenor, M.B. 2007. Nutrition : Science and Applications. Sounders College Publishing, Orlando.
- Sukmadinata. 2006. Pengaruh penambahan ekstrak daun salam (*Eugenia polyantha*, Weight) pada beras parboiled terhadap profil gula darah .Skripsi FTP Universitas Wangsa Mangala Yogyakarta.
- Susztak K., Raff, A.C., dan Schiffer, M. 2006. Glucose-induced reactive oxygen species cause apoptosis of podocytes and podocyte depletion at the onset of diabetic nephropathy. *Diabetes* 55: 225-33.
- Tulyathan, V., Srisupattarawanich, N., Suwanagul, A. 2008. Effect of rice flour coating on 2-acetyl-1-pyrroline and *n*-hexanal in brown rice cv. Jao Hom Supanburi during storage, *Postharvest Biology and Technology*, vol. 47, pp. 367-372.
- Wakte, K., Thengane RJ, Jawali N, dan Nadaf AB. 2010. Optimization of HS-SPME conditions for quantification of 2-acetyl-1-pyrroline and study of other volatiles in *Pandanus amaryllifolius* Roxb. *Food Chem. Vol.* 121, pp. 595–600.
- World Health Organization. 2003. Screening for type 2 diabetes. Report of a World Health Organization and International Diabetes Federation Meeting Department Of Non Communicable Disease Management Geneva
- Yulianto, W.A., Susiati, M., dan Slamet, A. 2012. Pengaruh kadar CrCl_3 dan lama perendaman gabah terhadap sifat kimia, fisik dan tingkat kesukaan, serta indeks glikemik parboiled rice termodifikasi. Laporan Penelitian Strategis Nasional Universitas Mercu Buana Yogyakarta.
- Yusof B., N., M., Talib, R. A., dan Karim, N.A. 2005. Glycemic index of eight types of commercial rice. *Malaysia J. Nutr.* 11(2):151-163.

T4-MG 25

SIFAT KIMIAWI DAN MIKROBIOLOGI RUSIP SELAMA FERMENTASI DENGAN KONSENTRASI GARAM YANG BERBEDA

Dyah Koesoemawardani^{a)}, Neti Yuliana^{a)}, Maya Sari^{a)},
Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung
Jl. Sumantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung Indonesia
Universitas Lampung , 0721-781823/08127228600,

*Email: dyahtp@gmail.com

ABSTRACT

Differences in the addition of salt to given effect to its characteristics of Rusip both chemical and microbiological properties . This study were aims to determine the chemical and microbiological properties of Rusip the fermentation time and concentration of salt were best. Treatment arranged in a factorial randomized block design with three replications First factor were concentrations of salt 0 % , 10 % , 15 % , 20 % and 25 % , while the second factor were long fermentations (0 , 2 , 4 , 6 , 8 , 10 , 12 , 14 days) . Rusip fermented for 8 days and the addition of salt as much as 20 % was the best Rusip with the following characteristics water content of 67.27 % , 5.74 pH , salinity 19.48 % , 5.78% reducing sugar , total lactic acid bacteria 11 , 53 log cfu / g and a total molds 5.79 log cfu/ g .

Keywords: rusip, chemical dan microbiological properties

ABSTRAK

Perbedaan penambahan garam pada rusip memberikan pengaruh pada karakteristiknya baik sifat kimiawi maupun mikrobiologi. Penelitian ini bertujuan mengetahui sifat mikrobiologi dan kimiawi rusip pada lama fermentasi dan konsentrasi garam yang terbaik. Perlakuan disusun secara faktorial dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap dengan tiga ulangan Faktor pertama yaitu konsentrasi garam 0%, 10%, 15%, 20% dan 25%, sedangkan factor kedua yaitu lama fermentasi : 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 hari. Rusip yang difermentasi selama 8 hari dan penambahan garam sebanyak 20% merupakan rusip terbaik dengan karakteristik sebagai berikut kadar air 67.27%, pH 5.74, kadar garam 19.48%, gula reduksi 5.78%, total bakteri asam laktat 11.53 log cfu/g dan total kapang 5.79 log cfu/g.

Kata kunci : rusip, sifat kimiawi dan mikrobiologi

PENDAHULUAN

Rusip merupakan produk hasil fermentasi yang berasal dari Kepulauan Bangka Belitung. Bahan baku rusip adalah ikan teri atau udang, garam dan gula aren kemudian difermentasi selama satu sampai dua minggu, biasanya dikonsumsi sebagai bahan campuran sambal baik mentah maupun matang (Koesoemawardani, 2007; Jay, 2009; Budiono, 2010). Garam yang digunakan antara 10-25% (b/b) dan gula aren sebesar 10% (b/b). Sifat sensori rusip adalah berwarna coklat muda sampai abu-abu tua, rasa yang manis, asam dan asin serta flavor yang khas. Rusip bisa dibuat secara spontan (Koesoemawardani, 2010; Koesoemawardani, dkk. 2011; Koesoemawardani, dkk. 2012)

maupun dengan penambahan kultur (Susilawati dan Koesoemawardani, 2009; Koesoemawardani dan Yuliana, 2009; Koesoemawardani, dkk. 2013).

Koesoemawardani (2007; 2010 dan Sastra (2009) menyatakan bahwa perbedaan penambahan garam pada proses pembuatan rusip mengakibatkan perbedaan pada sifat kimia dan mikrobiologinya. Menurut Tranggono, dkk. (1990) garam pada konsentrasi rendah dapat memberikan sumbangan citarasa. Pada konsentrasi garam 2 – 4% di dalam produk hanya sedikit pengaruhnya terhadap pengawetan tetapi berfungsi sebagai pemberi citarasa dan memperbaiki kenampakan. Rasa rusip baik spontan maupun rusip dengan penambahan kultur cair campuran masih asin (Koesoemawardani 2007^{a,b}; Koesoemawardani dan Yuliana, 2009; Susilawati dan Koesoemawardani, 2009; Koesoemawardani, 2010). Oleh karena itu, pada penelitian ini bertujuan mengetahui sifat mikrobiologi dan kimiawi rusip dengan penambahan kultur campuran pada lama fermentasi dan konsentrasi garam yang terbaik.

BAHAN DAN METODE

Bahan baku utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan teri dan bahan pendukungnya yaitu garam dan gula aren. Kultur murni bakteri asam laktat yang digunakan adalah *Streptococcus sp*, *Leuconostoc sp* dan *Lactobacillus sp* yang diisolasi dari rusip pada penelitian sebelumnya (Koesoemawardani, dkk., 2006). Bahan-bahan kimia yang digunakan adalah aquades, indikator fenolftalein, NaOH 0,1 N, MRS agar, PDA, PCA, pepton, HCl, TCA, garam fisiologis 0,85 %, indikator fenophthalein, glukosa anhidrat, aluminium foil. Alat-alat yang digunakan adalah neraca analitis, *Waring Blender*, autoclave, erlenmeyer, cawan petri, labu ukur, penangas air, gelas ukur, vortex, inkubator, *laminary flow*, pH meter, *colony counter*, jarum ose, bunsen, mikropipet dan tip, tabung reaksi tertutup, cawan petri, pipet tetes, biuret, statif, baskom, pisau, botol, dan alat-alat analisis lainnya.

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap yaitu : (1) pembuatan kultur cair, (2) pembuatan rusip spontan dan rusip dengan penambahan kultur cair campuran sebesar 2% (b/v). Rancangan yang digunakan Rancangan Kelompok Teracak Sempurna (RKTS) dengan dua faktor. Faktor pertama yaitu konsentrasi garam 0%, 10%, 15%, 20% dan 25%. Faktor kedua yaitu lama 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 hari. Uji lanjut menggunakan uji polynominal orthogonal (Hanafiah, 2004). Setiap perlakuan pada tiga tahap diulang sebanyak tiga kali dengan pengamatan secara periodik terhadap periode waktu fermentasi.

Pembuatan Kultur Cair

Pembuatan starter cair dilakukan dengan cara menumbuhkan 1 ose kultur stok ditumbuhkan dalam media MRS Broth sebanyak 9 ml kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Setelah itu dari MRS Broth tersebut diambil 1 ml untuk ditumbuhkan dalam media MRS Broth 9 ml, kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 20 jam. Dari MRS Broth tersebut diambil sebanyak 4 ml untuk ditumbuhkan kembali dalam media MRS Broth 36 ml dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 20 jam. Kemudian dari MRS Broth tersebut diambil lagi sebanyak 10 ml untuk ditumbuhkan dalam media MRS Broth 90 ml dan

diinkubasi 37°C selama 20 jam sampai diperoleh nilai absorbansi maksimum dengan menggunakan spektrofotometer yaitu 1,82 (Koesoemawardani, dkk. (2013).

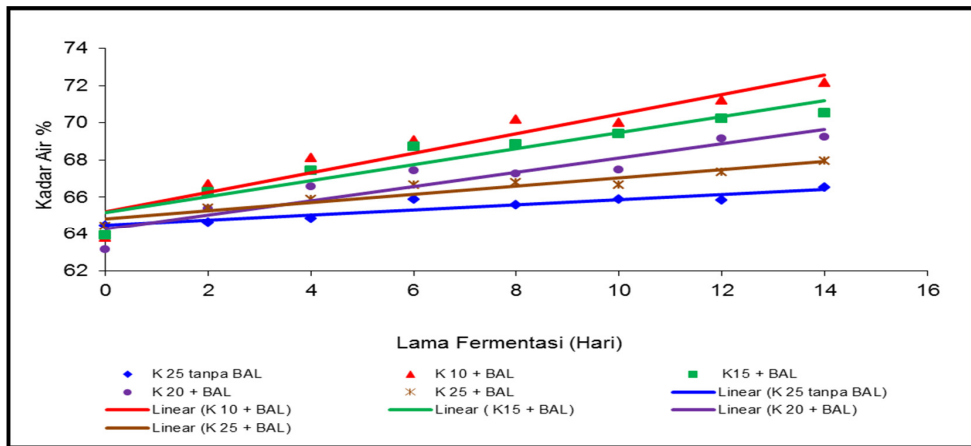
Pembuatan Rusip dan Aplikasi Kultur Cair pada Pengolahan Rusip (Koesoemawardani, dkk. (2013).

Mula-mula ikan teri dicuci bersih dan ditiriskan. Setiap kelompok diberikan konsentrasi garam berbeda yaitu 10%(b/b), 15%(b/b), 20%(b/b) dan 25%(b/b) dari berat ikan, lalu diaduk hingga rata, gula yang ditambahkan setiap kelompok sama yaitu 10%(b/b) dari berat ikan dan diaduk rata, jadi setiap satuan percobaan beratnya 300g. Selanjutnya ditambahkan kultur cair campuran (*Streptococcus sp.*, *Leuconostoc s.p* dan *Lactobacillus sp.*) sebanyak 2% (b/b) dari berat ikan teri. Kemudian dimasukkan ke dalam wadah plastik yang steril. Setelah itu, bahan rusip yang sudah dimasukkan ke wadah plastik tersebut disimpan dalam keadaan anerobik dalam toples/wadah plastik yang lebih besar ukurannya. Keadaan anaerobik dilakukan dengan cara memasukkan lilin yang menyala dalam wadah plastik (toples) besar tempat penyimpanan lalu ditutup rapat hingga lilin mati. Kemudian rusip pada hari ke 0, 2, 6, 8, 10, 12 dan 14 fermentasi akan dilakukan pengamatan. Pengamatan kimia dan mikrobiologi meliputi kadar air (AOAC, 1984), pH (Apriyantono, dkk., 1989), kadar garam (Sudarmadji, dkk., 1997), total bakteri asam laktat (Fardiaz, 1989), total kapang (Fardiaz, 1989), gula reduksi (Sudarmadji, dkk., 1997).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa konsentrasi garam dan lama fermentasi berpengaruh nyata terhadap kadar air rusip, sedangkan interaksi antara konsentrasi garam dan lama fermentasi juga berpengaruh nyata terhadap kadar air rusip. Hasil uji lanjut polinomial ortogonal menunjukkan bahwa konsentrasi garam meningkatkan kadar air rusip selama fermentasi secara linier. Kadar air rusip yang dihasilkan dengan konsentrasi garam antara 10 – 25% dan lama fermentasi 0 – 14 hari berkisar antara 64.49 sampai 72.15 persen. Gambar 1 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi garam dan semakin lama fermentasi maka kadar air rusip mengalami penurunan. Hal ini juga terjadi pada penelitian rusip oleh Sastra (2009). Menurut Rahayu *et al.*, (1982) penurunan kadar air karena dehidrasi osmotik akibat denaturasi protein. Denaturasi protein akan mengubah struktur protein dan dapat mengkerutkan bahan karena mengeluarkan sejumlah air dari jaringan. Oleh karena itu, semakin lama fermentasi dan semakin tinggi kadar garam, cairan dalam rusip menjadi lebih kental.

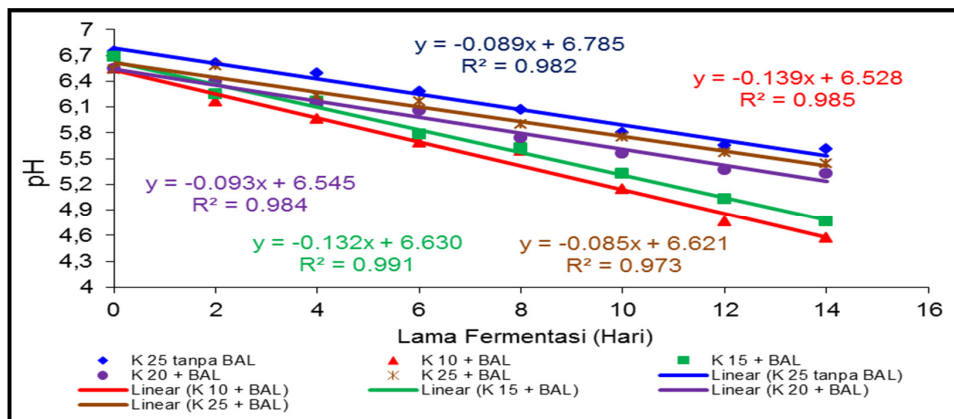


Gambar 1. Kandungan kadar air rusip selama fermentasi untuk semua perlakuan

Sementara itu, pada fermentasi rusip spontan menghasilkan kadar air yang lebih rendah dibandingkan fermentasi rusip dengan penambahan kultur cair campuran. Hal ini karena penambahan kultur cair memberikan sumbangan kandungan air lebih banyak dibandingkan tanpa penambahan kultur cair sebagai akibat fermentasi dengan penambahan kultur lebih pesat. Peningkatan kadar air selama proses fermentasi disebabkan oleh proses penguraian protein menjadi dipeptida, peptida dan asam amino yang melepas air (Damodaran dkk., 2008). Penguraian gula yang ditambahkan dan penguraian karbohidrat dalam ikan juga menghasilkan sedikit air (Buckle, dkk., 1987). Kadar air rusip berkisar antara 50% sampai 69% (Koesoemawardani, 2007^{a,b}, 2009, Koesoemawardani, 2010).

Derajat Kasaman (pH)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa konsentrasi garam dan lama fermentasi berpengaruh nyata terhadap pH rusip, sedangkan interaksi antara konsentrasi garam dan lama fermentasi juga berpengaruh nyata terhadap pH rusip. Hasil uji lanjut polinomial ortogonal menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi garam menurunkan pH rusip secara linier. Penurunan pH selama fermentasi juga terjadi pada penelitian Sastra (2009) dan Koesoemawardani, dkk. (2013). pH rusip yang dihasilkan dengan konsentrasi garam antara 10 – 25% dan lama fermentasi 0 – 14 hari berkisar antara 6.54 sampai 4.57 persen.



Gambar 2. Keadaan pH rusip selama fermentasi untuk semua perlakuan.

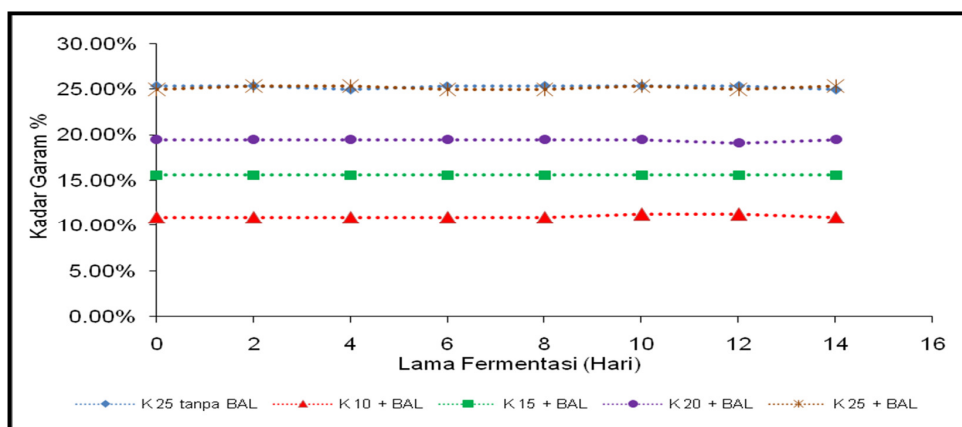
Gambar 2 menunjukkan bahwa semakin rendah konsentrasi garam dan semakin lama waktu fermentasi pH rusip semakin menurun. Sementara itu, rusip spontan memiliki nilai pH paling tinggi dibandingkan rusip dengan penambahan kultur. Jumlah bakteri asam laktat yang ditambahkan pada awal fermentasi membuat bakteri asam laktat mampu menghasilkan laju pertumbuhan yang cepat, sehingga bakteri asam laktat lebih berperan menghasilkan asam laktat melalui proses heterofermentatif dan homofermentatif. Pada proses heterofermentatif selain asam laktat dihasilkan juga asam asetat, etanol, gliserol, matinol dan CO₂ (Fardiaz, dkk., 1992). Salah satu bakteri asam laktat yang ditambahkan pada proses pembuatan rusip (*Leuconostoc sp*) merupakan bakteri golongan heterofermentatif. Berdasarkan hasil penelitian Koesoemawardani, dkk. (2006) diketahui bahwa bakteri *Leuconostoc sp* selalu ada selama 15 hari fermentasi. Penurunan pH pada makanan tradisional oleh aktivitas proses fermentasi. Penurunan pH juga yang menyebabkan rasanya agak asam karena terbentuknya asam laktat sebagai produk utama hasil metabolisme bakteri asam laktat (Chamidah, dkk. 2000; Bertoldi dkk., 2002; Ibrahim, 2010).

Semakin rendah konsentrasi garam yang ditambahkan pada rusip mengakibatkan penurunan pH rusip. Hal ini karena, fermentasi dengan konsentrasi garam rendah memungkinkan bakteri pembusuk masih dapat hidup dan menghasilkan asam yang menyebabkan penurunan pH (Buckle, dkk., 1987). Sementara itu, peningkatan lama fermentasi menyebabkan penurunan nilai pH rusip. Hal ini karena proses pemecahan glukosa oleh bakteri asam laktat menghasilkan energi untuk aktifitas bakteri asam laktat yang akan menghasilkan asam laktat. Total bakteri asam laktat selama fermentasi masih mengalami peningkatan sehingga jumlah asam laktat semakin tinggi. pH rusip berkisar antara 5 sampai 6 (Koesoemawardani, 2007^{a,b}, Koesoemawardani, 2010; Koesoemawardani, dkk. 2013).

Kadar Garam (NaCl)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa konsentrasi garam berpengaruh nyata terhadap kadar garam rusip. Lama fermentasi dan interaksi antara keduanya tidak berpengaruh nyata terhadap kadar garam rusip. Hasil uji lanjut polinomial ortogonal

menunjukkan bahwa lama fermentasi tidak mempengaruhi kadar garam rusip. Kadar garam rusip yang dihasilkan dengan konsentrasi garam antara 10% – 25% dan lama fermentasi 0-14 hari berkisar antara 25.33 sampai 10.91 persen. Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi garam maka kadar garam rusip semakin tinggi. Hal ini dikarenakan adanya penambahan garam pada awal fermentasi dengan jumlah yang berbeda. Terlihat dari nilai kadar garam pada masing-masing penambahan konsentrasi garam, seperti rusip dengan penambahan kadar garam 25% pada akhir fermentasi kadar garam rusip 24.94 persen.



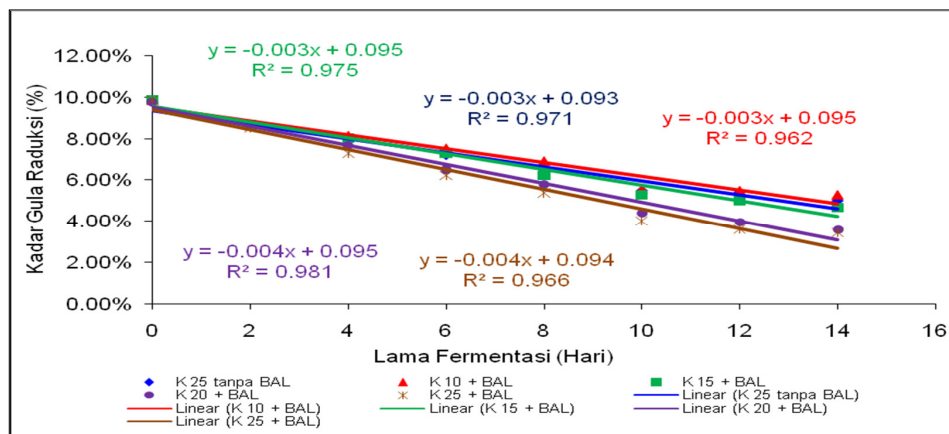
Gambar 3. Kandungan kadar garam rusip selama fermentasi untuk semua perlakuan.

Penambahan garam pada proses fermentasi berfungsi untuk membatasi pertumbuhan mikroba pembusuk, sehingga produk fermentasi ikan dengan garam mempunyai daya simpan yang lebih baik (Desrosier, 1988; Hadiwiyoto, 1993). Garam dalam proses pengolahan pangan dapat bersifat sebagai pengawet ataupun dapat mempengaruhi citarasa pangan (Tranggono, dkk., 1990). Awetnya suatu bahan pangan akibat penambahan garam adalah karena menurunnya aktifitas air (aw) hingga titik tertentu. Penurunan aktifitas air tersebut diakibatkan garam terionisasi dalam larutan dan setiap ion menarik molekul air dari dalam daging sehingga air dalam daging tertarik keluar dan kedudukan air digantikan oleh garam hingga tercapai keadaan tekanan osmosis yang seimbang (Buckle, dkk., 1987; Tranggono, dkk., 1990; Hadiwiyoto, 1993; Adawyah, 2011).

Gula Reduksi

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa konsentrasi garam dan lama fermentasi berpengaruh nyata terhadap gula reduksi rusip dan interaksi antara konsentrasi garam dan lama fermentasi juga berpengaruh nyata terhadap gula reduksi rusip. Hasil uji lanjut polinomial ortogonal menunjukkan bahwa konsentrasi garam menurunkan gula reduksi rusip secara linier. Gula reduksi rusip yang dihasilkan dengan konsentrasi garam antara 10% – 25% dan lama fermentasi 0 – 14 hari berkisar antara 9.88 sampai 3.43 persen. Gula

reduksi rusip dengan penambahan kultur cair fermentasi 6 hari \pm 6%, sedangkan rusip spontan berkisar antara 5 sampai 6 persen (Koesoemawardani, dkk., 2006).

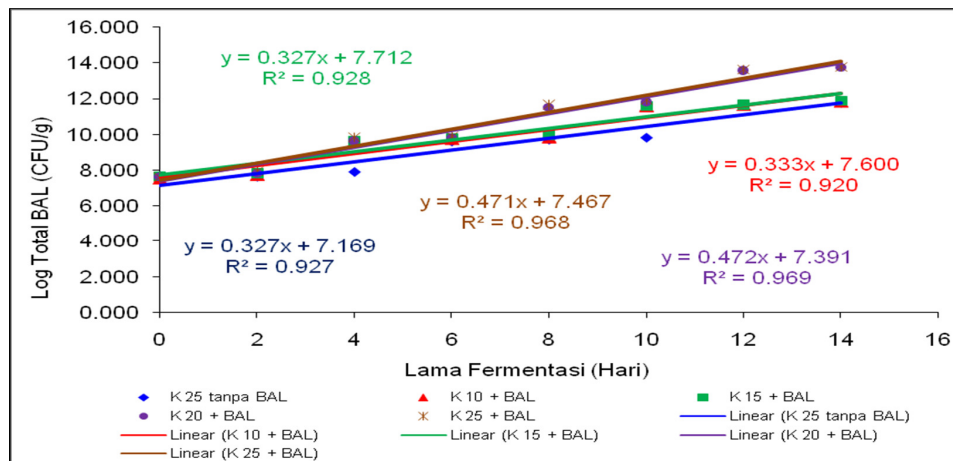


Gambar 4. Kandungan gula reduksi selama fermentasi untuk semua perlakuan.

Gambar 4. menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi garam dan semakin lama waktu fermentasi kadar gula reduksi semakin rendah. Rusip spontan memiliki kadar gula reduksi yang lebih tinggi daripada rusip dengan penambahan kultur cair campuran dengan penambahan garam 15% dan lebih rendah dari rusip dengan penambahan kultur cair campuran pada konsentrasi garam 10 persen. Penurunan gula reduksi selama pada penelitian Koesoemawardani dkk. (2013). Gula reduksi merupakan hasil metabolisme karbohidrat yang digunakan untuk aktivitas pertumbuhan dan pembentukan metabolit sekunder oleh mikroba. Penurunan kadar gula reduksi di akhir fermentasi mengindikasikan terbentuknya metabolit sekunder. Penurunan kadar gula reduksi disebabkan oleh aktifitas bakteri asam laktat yang memanfaatkan gula sebagai sumber energinya. Semakin lama fermentasi maka gula reduksi akan semakin menurun. Hal ini disebabkan bakteri asam laktat akan merombak gula menjadi asam-asam organik. Bakteri asam laktat umumnya mendapatkan energi dari glukosa tetapi beberapa spesies juga menggunakan gula-gula seperti laktosa, sukrosa dan xilosa (Sneel, 1952). Bakteri asam laktat memerlukan nutrisi untuk pertumbuhan, sehingga semakin banyak glukosa yang digunakan sebagai sumber energi untuk pertumbuhan bakteri asam laktat. Kelompok bakteri asam laktat homofermentatif mengubah kira-kira 95% glukosa dan heksosa lain yang dapat difermentasi menjadi asam laktat (Salle, 1954). Sementara itu, kelompok heterofermentatif memecah glukosa menjadi asam laktat, CO₂, etanol, dan kadang-kadang asam asetat (Stanier dkk., 1963). Selain itu, kultur campuran yang digunakan yaitu campuran antara *Streptococcus*, *Leuconostoc* dan *Lactobacillus* saling bekerja secara simbiosis antar bakteri dalam merombak gula menjadi gula sederhana yang dikonversi menjadi asam laktat semakin meningkat (Albaari dan Murti, 2003).

Total Bakteri Asam Laktat

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa konsentrasi garam dan lama fermentasi berpengaruh nyata terhadap total bakteri asam laktat rusip, sedangkan interaksi antara konsentrasi garam dan lama fermentasi juga berpengaruh nyata terhadap total bakteri asam laktat rusip. Hasil uji lanjut polinomial ortogonal menunjukkan bahwa konsentrasi garam meningkatkan total bakteri asam laktat rusip secara linier. Total bakteri asam laktat rusip yang dihasilkan dengan konsentrasi garam antara 10% – 25% dan lama fermentasi 0 – 14 hari berkisar antara 7,656 log cfu/g sampai 13,742 log cfu/g atau setara dengan $4,5 \cdot 10^7$ cfu/g sampai $5,5 \cdot 10^{13}$ cfu/g. Hasil pengamatan log total bakteri asam laktat dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Perbandingan log total bakteri asam laktat selama fermentasi untuk semua perlakuan.

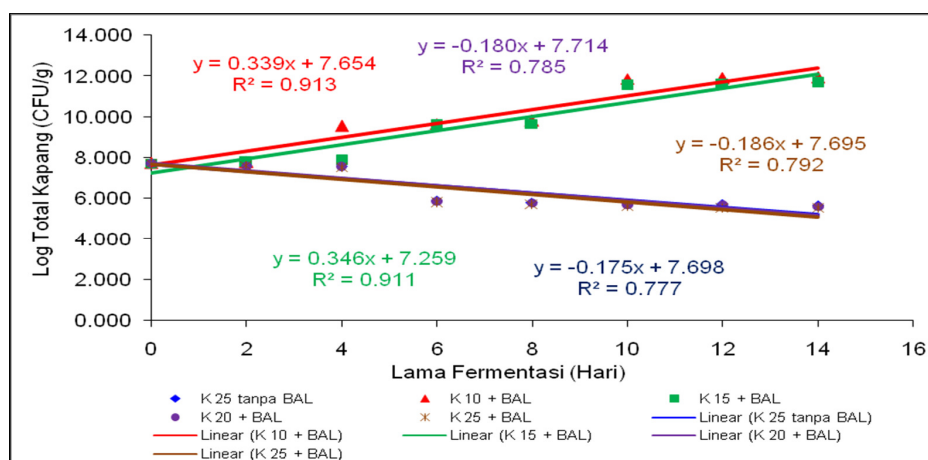
Gambar 5 memperlihatkan semakin tinggi konsentrasi garam dan semakin lama waktu fermentasi total bakteri asam laktat semakin tinggi. Untuk rusip spontan memiliki total bakteri asam laktat lebih rendah dibandingkan rusip dengan penambahan kultur cair campuran dengan perlakuan konsentrasi garam 15 dan 10 persen. Menurut Desrosier (1988) Penambahan garam dalam proses fermentasi berfungsi untuk membatasi pertumbuhan mikroba pembusuk dan mencegah pertumbuhan sebagian mikroorganisme yang tidak diinginkan. Semakin tinggi konsentrasi garam maka kemampuan menekan pertumbuhan mikroorganisme lain semakin tinggi sehingga bakteri asam laktat yang di tambahkan dalam rusip dapat tumbuh dengan baik. Rusip dengan konsentrasi garam yang rendah memiliki daya hambat terhadap pertumbuhan bakteri lain semakin rendah. Oleh karena itu, bakteri asam laktat tidak dapat tumbuh dengan maksimal.

Selama empat belas hari fermentasi total bakteri asam laktat meningkat, peningkatan ini dikarenakan bakteri asam laktat masih berada pada fase logaritmik sehingga masih mengalami peningkatan. Semakin banyak starter yang ditambahkan sampai batas yang optimum akan mempercepat fase adaptasi sehingga dalam waktu relatif singkat pertumbuhannya telah memasuki fase logaritmik (Solihin, 1993). Bakteri asam laktat pada

fermentasi dengan penambahan kultur cair lebih cepat memasuki fase logaritmik dibandingkan fermentasi tanpa pemanbahan kultur cair. Pada fase ini perkembangan bakteri asam laktat sangat cepat dan nutrisi yang tersedia dalam produk akan terus dirombak untuk kebutuhan energi bagi bakteri asam laktat (Buckle, dkk., 1987).

Total Kapang

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa konsentrasi garam dan lama fermentasi berpengaruh nyata terhadap total kapang rusip sedangkan interaksi antara konsentrasi garam dan lama fermentasi juga berpengaruh nyata terhadap total kapang rusip. Hasil uji lanjut polinomial ortogonal menunjukkan bahwa total kapang meningkat secara linier pada konsentrasi garam 10% dan 15% sedangkan pada konsentrasi garam 25% dan 20% total kapang menurun secara linier. Total kapang rusip yang dihasilkan dengan konsentrasi garam antara 10% - 25% dan lama fermentasi 0-14 hari berkisar antara 5,54 log cfu/g sampai 11,92 log cfu/g atau setara dengan $3,5 \cdot 10^5$ cfu/g sampai $8,3 \cdot 10^{11}$. Hasil pengamatan log total kapang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Perbandingan log total kapang selama fermentasi untuk semua perlakuan.

Gambar 6 memperlihatkan semakin tinggi konsentrasi garam (20% dan 25%) dan semakin lama waktu fermentasi total kapang semakin rendah, sedangkan rusip spontan memiliki nilai total kapang lebih tinggi dibandingkan rusip dengan penambahan kultur cair campuran pada konsentrasi garam 20 dan 25 persen. Rusip dengan konsentrasi garam semakin rendah (15% dan 10%) dan semakin lama waktu fermentasi total kapang semakin meningkat. Fardiaz (1989) menyatakan bahwa kapang bersifat aerobik, yaitu membutuhkan oksigen untuk pertumbuhannya. Menurut Buckle, dkk (1987), kapang tumbuh pada suhu 25-30°C dan aktivitas air (aw) 0,80-0,87. Menurut Jay (2000), kapang dapat tumbuh pada pH 2-8, tetapi umumnya pada pH asam.

Adanya kapang dalam fermentasi rusip diduga bersumber dari gula aren yang digunakan untuk pembuatan rusip. Gula aren yang digunakan untuk pembuatan rusip tidak disterilisasi (dididihkan) terlebih dahulu sehingga jumlah awal kapang tinggi. Faktor lain penyebab tumbuhnya kapang pada rusip karena rusip mengandung nutrisi yang dibutuhkan oleh kapang untuk tumbuh. Fungsi penambahan garam untuk menyeleksi mikroba apa saja yang dapat tumbuh pada bahan pangan. Semakin tinggi garam yang ditambahkan semakin sedikit mikroba yang dapat tumbuh.

Semakin lama fermentasi total kapang rusip semakin menurun pada konsentrasi garam tinggi dan meningkat pada konsentrasi garam rendah. Perbedaan ini dikarenakan kemampuan garam menyeleksi mikroorganisme lain tidak sama serta didukung oleh nilai pH yang rendah. Selama fermentasi bakteri asam laktat pada konsentrasi garam tinggi dapat tumbuh dengan baik sehingga mampu menekan pertumbuhan kapang. Sebaliknya, pada konsentrasi garam rendah bakteri asam laktat tidak mampu menekan pertumbuhan kapang. Pada umumnya kapang dapat menguraikan substrat pada makanan mulai dari yang sederhana hingga kompleks, sehingga kapang dapat terus tumbuh.

KESIMPULAN

1. Rusip yang terbaik adalah pada penambahan garam sebanyak 20% (b/b) dan lama fermentasi selama delapan hari.
2. Sifat kimia rusip yaitu kadar air = 67.27%; pH = 5.74; kadar garam = 19.48%; gula reduksi = 5.78%, sedangkan sifat mikrobiologinya yaitu total bakteri asam laktat mencapai 11.53 cfu/g dan total kapang sebesar 5.79 log cfu/g.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 1984. Official Methodes of Analysis Association of Official Analytical Chemist. Washington.
- Adawyah, R. 2011. Pengolahan dan Pengawetan Ikan. Penerbit Bumi Aksara, Jakarta. 159 hal.
- Albaari N. dan Murti, T. 2003. Analisa pH, keasaman dan kadar laktosa pada yakult, yoghurt dan kefir. Prosiding Simposium Nasional Hasil-hasil Penelitian. Universitas Soegijapranata Semarang 22 Maret 2003.
- Apriyantono, A., D. Fardiaz, N. L. Puspitasari, sedarnawati dan S. Budiyanto. 1989. Petunjuk Laboratorium Analisis Pangan. PAU Pangan dan Gizi. IPB. Bogor. 115 hal.
- Buckle, K.A., Edwar, R.A., Fleet, G.H., Woodon, M.M. 1987. Ilmu Pangan Terjemahan. UI-Press. Jakarta. 364 hal.
- Budiono, W. 2010. Rusip, Dari Bangka Populer Di Palembang. Senin, 8 Feb '10 15:12 <http://langsungenak.com/baca/2010/02/08/rusip-dari-bangka-populer-di-palembang.html>.

- Bertoldi, F.C., Sant'anna, E.S., dan Beirao, L.H. (2002). Reducing the bitterness of tuna (*Euthynnus pelamis*) dark meat with *Lactobacillus casei* subsp. *Casei* ATCC 392. *Journal Food Technology Biotechnology* 42(1): 41 – 45.
- Chamidah, A., Yahya, dan Kartikaningsih, H. (2000). Pengembangan makanan fermentasi tradisional Indonesia bekasem ikan mujair tinjauan aspek mikrobiologi dan kimia. *Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik* 12(2): 186-193.
- Damodaran, S., K.L. Parkin dan O.R. Fennema. 2008. *Fennema's Food Chemistry*. Four Edition. CRC Press. Taylor and Francis Group. London. 1144 hal.
- Desrosier, N.W. 1988. *Teknologi Pengawetan Pangan*. Universitas Indonesia (UI-Press). Jakarta. 456 hal.
- Fardiaz, S. 1989. *Mikrobiologi Pangan*. PAU Pangan dan Gizi, IPB. Bogor. 60 hal.
- Fardiaz, S., Rahayu, W.P., S. Maun. dan Sulantari. 1992. *Teknologi Fermentasi Produk Perikanan*. PAU Pangan dan Gizi. IPB. Bogor
- Jay, J.M. 2000. *Modern Food Microbiology*. Sixth Edition. Aspen Publishers, Inc. Gaithersburg, Maryland. 625 hal.
- Hanafiah, K.A. 2004. *Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi*. Edisi ketiga. Raja Grafindo Persada, Jakarta. 259 hlm.
- Hadiwiyoto, S. 1993. *Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan*. Jilid I. liberty. Yogyakarta. 278 hlm.
- Ibrahim, S. M. 2010. Utilization of *Gambusia (Affinis affinis)* for fish sauce production. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 10: 169-172.
- Jay, R.I. 2009. Makanan, wisata kuliner. <http://www.wisatabangka.web.id/2009/09/rusip-makanan-penambah-nafsu-makan.html>. September 26, 2009. Diakses tanggal 14 Agustus 2015.
- Koesoemawardani, D., N. Yuliana, dan Susilawati. 2006. Optimasi Proses Fermentasi Ikan (Rusip) Menggunakan Bakteri Asam Laktat. Laporan Research Grant TPSDP Batch I. Universitas Lampung.
- Koesoemawardani, D. 2007. Karakteristik Rusip Dari Pulau Bangka. Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat . Univrsitas Lampung. 6-7 September 2007.
- Koesoemawardani, D. 2007. Analisis Sensori Rusip dari Sungailiat-Bangka. *Jurnal Teknologi dan Industri Hasil Pertanian*. Vol. 12 (2). Hal 36-39.
- Koesoemawardani, D dan N. Yuliana. 2009. Karakter Rusip Dengan Penambahan Kultur Kering: *Streptococcus* sp. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia BPPT* ISSN 1410-9409 Vol. 11 No.3 Hal: 205 s.d. 212 Desember 2009
- Koesoemawardani, D. 2010. Mutu Rusip dengan Konsentrasi Garam Yang Berbeda. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Tepat Guna Agroindustri Polinela 2010) tanggal 3-4 April 2010 di Polinela Bandar Lampung. ISBN : 978-979-98432-3-4
- Koesoemawardani, D, Susilawati Dan N. Irawan. 2011. Karakteristik Rusip Akibat Suhu Dan Lama Pemanasan Gula Aren Yang Berbeda. Prosiding Seminar Hasil-Hasil

- Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat. Lembaga Penelitian Universitas Lampung Bandar Lampung. Oktober 2011. ISBN : 978-979-8510-22-9. Hal : 94-106
- Koesoemawardani, D., S. Hidayati dan Susanti. 2012. Rusip Kering Dengan Teknik Restrukturisasi. Prosiding Seminar Hasil-Hasil Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat. Lembaga Penelitian Universitas Lampung Bandar Lampung. September 2012. Hal : 19-33.
- Koesoemawardani, D., S. Rizal, dan M. Tauhid. 2013. Perubahan Sifat Mikrobiologi dan Kimawi Rusip Selama Fermentasi. Jurnal Agritech. Vol 33 (3):265-272.
- Snell, E. E. 1952. The Nutrition's of Lactic Acid Bacteria. J. Bacteriological. Review. 16 (4) : 156 – 160
- Salle, A.J. 1954. Fundamental Principles of Bacteriology. Fourth editions. Mc Graw-Hill Book Co., Inc. New York.
- Stainer, R.Y., Doudoroff, D and Adelberg, E.A. 1963. The Microbial World. Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs. New York.
- Sudarmadji, S., Haryono, B., Suhardi. 1997. Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Edisi Ketiga. Liberty. Yogyakarta.
- Susilawati dan Koesoemawardani, D. 2009. Kajian Sifat Mikrobiologi Dan Kimiawi Rusip dengan Penambahan Kultur Cair Bakteri Asam Laktat (*Leuconostoc* sp) Selama Fermentasi. Prosiding Seminar Nasional Sains MIPA dan Aplikasinya. 16-17 November. Universitas Lampung.
- Solihin. 1993. Pengaruh Suhu Fermentasi dan Penambahan NaHSO_3 Terhadap Sifat Kimia dan Organoleptik Cider Jahe. Skripsi Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Universitas Lampung. Bandar Lampung
- Tranggono, Sutardi, Haryadi, Suparmo, A. Murdiati, S. Sudarmadji, K. Rahayu, S. Naruku, M. Astuti. 1990. Bahan Tambahan Pangan. Proyek Pengembangan Pusat Fasilitas Bersama Antar Universitas-PAU Pangan dan Gisi Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

T4-MG 27

KAJIAN SIFAT FISIK TEPUNG SORGUM PUTIH (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) KULTIVAR LOKAL BANDUNG DENGAN VARIASI LAMA PENYOSOHAN

Endah Wulandari¹ Een Sukarminah¹ Indira Lanti¹ Esti Sekar Aghnia²

¹ Dosen Teknologi Industri Pangan,, ² Alumnus Fakultas Teknologi Industri Pertanian
Teknologi Industri Pangan, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran Bandung
Indonesia Jl. Raya Bandung-Sumedang km 21 Jatinangor Bandung

Email : en_wln@yahoo.com

ABSTRACT

*Bandung local's cultivar white sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) is an alternative complement to wheat flour. Sorghum constructed by cell tissue consists of crude fibers which are indigestible by human's digestive enzyme, it requires decortication. Decortication time is one of many factors that can affect the characteristics and quality of sorghum flour. The purpose of this research is to find out the differences it makes to bandung local's variety white sorghum wholemeal flour and flour fraction above 81 mesh when using the different decortication time. The data was analyzed using paired t-test to compare the average of two treatments of different decortication time. There are three different decortication time which are 6, 8 and 10-minute. The next step is observation towards the physical features of wholemeal flour and flour fraction above 81 mesh. The result showed the sorghum flour which undergo a 10-minute decortication process has the best characteristics with 95,19% rendemen of wholemeal flour, 16,35% rendemen of flour fraction above 100 mesh, and 61,06% of whiteness value for wholemeal flour and 67,06% of whiteness value for flour fraction above 81 mesh. The 10-milling processed sorghum flour has the finest texture with fineness modulus of 2,172.*

Key words: sorghum flour, decortication time, physical feature

ABSTRAK

*Sorgum putih (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) kultivar lokal Bandung adalah bahan pangan alternatif pengganti tepung terigu. Sorgum tersusun oleh jaringan sel yang terdiri dari serat kasar yang tidak dapat dicerna oleh enzim pencernaan manusia sehingga perlu dilakukan proses penyosohan. Lama penyosohan merupakan salah satu faktor yang memengaruhi karakteristik dan mutu dari tepung sorgum. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan karakteristik tepung sorgum putih varietas lokal Bandung wholemeal dan fraksi diatas 81 mesh dengan lama penyosohan yang berbeda. Data hasil penelitian dianalisis menggunakan uji t berpasangan dengan membandingkan rata-rata dari dua perlakuan lama penyosohan yang berbeda. Penelitian ini terdiri dari tiga perlakuan yaitu lama penyosohan 6 menit, 8 menit, dan 10 menit dan dilakukan pengamatan pada tepung wholemeal dan fraksi tepung diatas 81 mesh. Perbedaan yang diamati adalah rendemen wholemeal dan fraksi-fraksi tepung, modulus kehalusan, dan derajat putih tepung. Hasil yang diperoleh menunjukkan tepung dengan lama penyosohan 10 menit memiliki karakteristik terbaik dengan rendemen wholemeal sebesar 95,19%, rendemen fraksi tepung >100 mesh 16,35% dan nilai derajat putih wholemeal dan fraksi tepung diatas 81 mesh tertinggi yaitu sebesar 61% dan 67%. Tepung sorgum lama*

penyosohan 10 menit memiliki nilai modulus kehalusan yaitu 2.172 dan nilai derajat putih wholemeal dan fraksi tepung diatas 81 mesh tertinggi yaitu sebesar 61% dan 67%.

Kata Kunci: Sorgum putih, penyosohan, lama penyosohan, sifat fisik

PENDAHULUAN

Sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) merupakan bahan pangan alternatif yang menempati urutan keempat setelah beras, jagung dan gandum bagi penduduk di benua Asia dan Afrika, dan menempati urutan sereal kelima terpenting sebagai bahan pangan manusia yang dikonsumsi oleh lebih dari 500 juta orang di lebih dari 30 negara. Peranan sorgum sebagai pangan alternatif pada saat ini belum tergali sepenuhnya dan masih terbatas pada peranannya sebagai alternatif sumber karbohidrat lokal (Susilowati, 2010).

Komposisi kimia dan zat gizi sorgum mirip dengan gandum dan jenis-jenis sereal lainnya dan mengandung unsur pangan fungsional, antara lain beragamnya antioksidan, mineral terutama Fe, serat, oligosakarida, β -glukan termasuk karbohidrat *non-starch polysakarida* (NSP), sehingga memiliki potensi untuk digunakan sebagai pengganti bahan baku tepung terigu, yang kebutuhannya terus mengalami peningkatan (Suarni, 2004). Biji sorgum mengandung karbohidrat sebesar 70,70% yang setara beras, jagung, dan gandum, sedangkan kadar proteinnya sebesar 10,40% yang lebih tinggi dibandingkan beras (Mudjisihono dan Suprpto, 1987).

Pembuatan tepung sorgum adalah salah satu bentuk olahan sorgum paling sederhana. Tepung merupakan salah satu bentuk alternatif produk setengah jadi yang dianjurkan karena dapat disimpan lebih lama (lebih dari 6 bulan) dibandingkan biji sorgum yang hanya tahan 2 bulan, mudah dibuat tepung komposit, dapat diperkaya dengan zat gizi (fortifikasi), dan juga lebih cepat pemasakannya sehingga sesuai dengan tuntutan kehidupan modern yang serba praktis (Widowati dan Damardjati, 2001 dalam Sennang, 2012). Penggilingan sorgum ke dalam bentuk tepung dapat meningkatkan daya gunanya sebagai bahan penyedia dan pemenuh kebutuhan kalori dan protein bagi manusia serta sebagai bahan baku industri pangan (Hubeis, 1984).

Kulit biji sorgum tersusun oleh jaringan sel yang terdiri atas selulosa, hemiselulosa, dan serat-serat kasar yang tidak dapat dicerna oleh enzim pencernaan manusia sehingga penyosohan perikarp biji sorgum perlu dilakukan untuk menghilangkan serat kasar yang dikandungnya (Rooney dan Saldivar, 1995 dikutip Kebakile, 2008). Proses penyosohan seringkali menjadi kendala dalam pengolahan biji sorgum karena kulit biji sorgum cukup keras dan sukar dihilangkan. Pada prinsipnya proses penyosohan bertujuan untuk memisahkan sebaik-baiknya antara perikarp, endosperma, dan lembaga dengan hasil endosperma yang semaksimal mungkin. Untuk dapat diterima masyarakat, biji sorgum harus mempunyai sifat inderawi yang "disukai", penampilan yang baik serta memiliki sifat fungsional yang meningkatkan kesehatan. Teknologi pengupasan kulit (penyosohan) merupakan kunci utama untuk menghasilkan 'beras' sorgum dengan sifat-sifat yang dikehendaki (Mardawati, 2010). Lama penyosohan merupakan salah satu faktor yang

memengaruhi karakteristik dan mutu beras-sorgum yang dihasilkan sehingga berpengaruh juga terhadap produk yang akan dibuat (Mudjisihono dan Suprpto, 1987).

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan perbedaan karakteristik fisik dari tepung sorgum putih varietas lokal Bandung dengan lama penyosohan 6 menit, 8 menit, dan 10 menit.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di pilot plan PEDCA Departemen Teknologi Industri Pangan, laboratorium Pasca Panen TMIP, laboratorium pengujian, laboratorium kimia pangan, Fakultas Teknologi Industri Pertanian Unpad, dan Balai Penelitian Tanaman Padi (BPTP) Subang. Penelitian dilakukan pada bulan Mei 2015 – Juli 2015.

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah beras-sorgum putih kultivar lokal Bandung yang telah disosoh dengan lama penyosohan 6 menit, 8 menit, dan 10 menit.

Peralatan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah *Disc mill*, ayakan tyler, *Digital Sieve Shaker*, timbangan/neraca analitik, dan alat yang digunakan untuk analisis adalah *Kett Electric Laboratory C-100-3*.

Penelitian dilakukan dengan metode eksperimental yang bersifat deskriptif dan dilanjutkan dengan uji beda (uji t). Pada penelitian ini dilakukan 2 kali ulangan sehingga data tersebut dapat diolah secara statistik menggunakan uji beda (uji t) pada tingkat kepercayaan 95% ($p < 0,05$).

Uji beda (uji t) yang digunakan merupakan uji beda dua rata-rata berpasangan (*paired observation*) dimana dikatakan berpasangan antara variabel X_1 dan X_2 karena keduanya ditarik dari populasi yang sama serta X_1 dan X_2 merupakan pecahan setiap sampel. Antara X_1 dan X_2 tidak bisa dipisahkan satu dengan lainnya begitu juga untuk X_1 dan X_3 , serta X_2 dan X_3 (Achyar dan Sudrajat, 2010).

Variabel X_1 , X_2 , dan X_3 yang dimaksud adalah :

1. X_1 , tepung sorgum dengan lama penyosohan 6 menit.
 X_2 , tepung sorgum dengan lama penyosohan 8 menit.
2. X_1 , tepung sorgum dengan lama penyosohan 6 menit.
 X_3 , tepung sorgum dengan lama penyosohan 10 menit.
3. X_2 , tepung sorgum dengan lama penyosohan 8 menit.
 X_3 , tepung sorgum dengan lama penyosohan 10 menit.

Pelaksanaan penelitian meliputi:

1. Penimbangan
Penimbangan 500 gram beras-sorgum putih kultivar lokal Bandung.
2. Penggilingan
Penggilingan dengan menggunakan *Disc Mill* dengan frekuensi penggilingan tiga kali yang bertujuan agar mendapatkan fraksi tepung diatas 100 mesh yang lebih tinggi dan fraksi tepung 21-40 yang semakin rendah. Penggilingan dengan satu kali penggilingan membutuhkan waktu selama ± 5 menit, sehingga dengan tiga kali penggilingan dibutuhkan waktu ± 15 menit.
3. Pengayakan

Pengayakan menggunakan ayakan *tyler* dan *Digital Sieve Shaker* dengan 60 amplitudo selama 15 menit dengan ukuran 20, 40, 60, 80, dan 100 mesh yang bertujuan untuk melihat fraksi-fraksi tepung setiap mesh dan dapat dihitung modulus kehalusan untuk mengukur efisiensi penepungan.

4. Pengemasan

Pengemasan menggunakan plastik *polypropyleneziplock* karena plastik *polypropylene* memiliki permeabilitas uap air yang rendah sehingga dapat melindungi tepung yang bersifat higroskopis.

5. Penyimpanan

Penyimpanan tepung sorgum harus terhindar dari sinar matahari langsung, udara tidak boleh terlalu kering dan terlalu lembab, dan suhu yang baik berkisar antara 19°C-24°C karena tepung bersifat higroskopis jika disimpan pada ruangan yang lembab dikhawatirkan akan terjadi penggumpalan pada tepung sorgum.

Kriteria yang diamati adalah rendemen tepung *wholemeal*, rendemen fraksi-fraksi tepung (<20, 21-40, 41-60, 61-80, 81-100, dan >100 mesh), modulus kehalusan (Syah., dkk, 2013), dan derajat putih (AOAC, 1995).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen Tepung Sorgum *Wholemeal* dan Fraksi-Fraksi Tepung Sorgum tepung (<20, 21-40, 41-60, 61-80, 81-100, dan >100 mesh)

Berdasarkan pengujian statistik rendemen tepung sorgum *wholemeal*, fraksi tepung <20 mesh, 81-100 mesh, dan >100 mesh (Lampiran 4) dengan menggunakan uji t (beda dua rata-rata) tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan. Perbedaan yang signifikan terdapat pada rendemen fraksi tepung 21-40 mesh, 41-60 mesh, dan 61-80 mesh perlakuan lama penyosohan 8 menit dengan 10 menit dan pada rendemen fraksi tepung 61-80 mesh perlakuan lama penyosohan 6 menit dengan 10 menit.

Berdasarkan Tabel 1, dapat dilihat bahwa rendemen tepung *wholemeal* tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan tetapi memiliki kecenderungan semakin berkurang seiring dengan semakin lamanya proses penyosohan. Rendemen tepung *wholemeal* berkisar antara 95,19% - 96,87%. Pada fraksi-fraksi tepung tidak ditemukan kecenderungan yang serupa. Rendemen fraksi-fraksi tepung sorgum berkisar antara 0,40% - 16,35%.

Kecenderungan semakin berkurangnya rendemen tepung *wholemeal* dengan semakin lamanya proses penyosohan diduga disebabkan oleh persentase perikarp yang lebih sedikit sehingga tepung yang dihasilkan lebih halus dan lebih mudah mengalami *milling loss*, seperti terbangnya tepung dan menempelnya tepung pada alat penggilingan. *Milling loss* adalah kehilangan saat dilakukannya penggilingan akibat adanya sebagian kecil tepung yang menempel pada mesin penggiling. *Milling loss* paling rendah dijumpai pada penggilingan beras-sorgum dengan lama penyosohan 6 menit dan *milling loss* tertinggi dijumpai pada penggilingan beras-sorgum dengan lama penyosohan 10 menit.

Meningkatnya *milling loss* pada penggilingan beras-sorgum dengan lama penyosohan 10 menit diduga disebabkan oleh tekstur tepung yang lebih halus sehingga pada penggilingan beras-sorgum untuk kedua dan ketiga kalinya banyak tepung yang berterbangan saat bukaan (lubang produk) pada mesin dibuka, selain itu ada juga tepung yang jatuh ke lantai, dan menempel pada alat penggilingan.

Perbedaan tidak signifikan yang terdapat pada rendemen fraksi tepung sorgum kurang dari 20 mesh, 81-100 mesh, dan fraksi lebih dari 100 mesh dengan perlakuan lama penyosohan 6 menit, 8 menit, dan 10 menit diduga disebabkan oleh perlakuan lama penyosohan 6 menit, 8 menit, dan 10 menit memberikan tingkat kehalusan tepung yang hampir sama sehingga tidak terdapat perbedaan yang signifikan terhadap rendemen *wholemeal* dan rendemen fraksi setelah dilakukan proses pengayakan.

Rendemen fraksi tepung sorgum kurang dari 20 mesh cenderung menunjukkan semakin lama penyosohan semakin rendah rendemen fraksi tepung kurang dari 20 mesh. Tepung sorgum dengan lama penyosohan 6 menit memiliki rendemen fraksi tepung kurang dari 20 mesh lebih tinggi. Diduga fraksi tepung kurang dari 20 mesh merupakan bagian dari perikarp sehingga semakin lama penyosohan, rendemennya semakin kecil. Bagian terluar biji sorgum (*coat*) terdiri atas hilum dan perikarp yang mengisi 7,3-9,3% dari bobot biji (Mudjishono dan Suprpto, 1987). Hal ini tampak pada warna dan tekstur fraksi tepung kurang dari 20 mesh terlihat adanya bercak-bercak seperti warna kehitaman yang merupakan hilum dan memiliki tekstur yang masih sangat keras dan kasar. Rendemen fraksi tepung kurang dari 20 mesh berkisar antara 0,4-0,69%.

Fraksi tepung 81-100 mesh dan lebih dari 100 mesh merupakan fraksi tepung yang umumnya digabungkan menjadi satu kemudian digunakan sebagai bahan baku pembuatan berbagai macam produk pangan. Rendemen fraksi tepung sorgum 81-100 mesh dengan berbagai waktu lama penyosohan berkisar antara 21,01%-23,69%. Fraksi tepung sorgum diatas 81 mesh diduga terdiri atas sebagian besar *floury* endosperma dan sebagian kecil *corneous* endosperma. Hal ini terlihat dari warna dan tekstur fraksi tepung yang sangat halus dan kekuningan namun sedikit terlihat adanya partikel tepung bintik hitam yang tersamar.

Perbedaan yang signifikan terdapat pada rendemen fraksi tepung 21-40 mesh, 41-60 mesh, dan 61-80 mesh perlakuan lama penyosohan 8 menit dengan 10 menit dan rendemen fraksi tepung sorgum 61-80 mesh perlakuan lama penyosohan 6 menit dan 10 menit. Rendemen fraksi tepung 21-40 mesh tertinggi terdapat pada tepung dengan lama penyosohan 6 menit yang diduga disebabkan oleh lembaga yang terkandung dalam tepung dengan lama penyosohan 6 menit lebih banyak dan kemungkinan masih mengandung sebagian kecil perikarp. Nurhayati (2011), menjelaskan bahwa fraksi tepung sorgum 21-40 mesh adalah sebagian besar dari lembaga (*embryonic disc*). Menurut Rooney (1973) dalam Puppala (2003), Lembaga terdiri dari *embryonic axis* dan skutelum. Pada fraksi tepung ini terlihat adanya serpihan-serpihan perikarp yang berwarna kehitaman. Adapun bagian lembaga tampak pada ukurannya yang lebih besar dibandingkan ukuran fraksi lainnya dan sulit dihancurkan karena tekstur yang sangat keras meskipun telah digiling berkali-kali.

Rendemen fraksi tepung 41-60 mesh dan 61-80 mesh terendah terdapat pada tepung sorgum dengan lama penyosohan 10 menit yang diduga disebabkan oleh tepung sorgum dengan lama penyosohan 10 menit memiliki tekstur yang lebih halus sehingga hanya sekitar 3,17% tepung yang lolos pada ayakan 60 mesh. Sebagian besar tepung sorgum sudah halus dan lolos ayakan lebih dari 60 mesh yang ditunjukkan dengan rendemen fraksi tepung lebih dari 100 mesh tertinggi terdapat pada tepung sorgum dengan lama penyosohan 10 menit. Berdasarkan penelitian Nurhayati (2011), semakin lama proses penyosohan maka rendemen fraksi tepung sorgum kultivar lokal Bandung 21-40 mesh dan 61-80 mesh semakin berkurang. Fraksi tepung 41-60 mesh diduga berasal dari campuran lembaga, sisa perikarp yang masih menempel pada endosperma sehingga memberikan warna kehitaman (hilum) pada fraksi tepung, dan tepung fraksi 81-100 mesh merupakan bagian dari *corneous* endosperma yang bertekstur lebih keras dibandingkan oleh *floury* endosperma.

Selain kehilangan pada saat penggilingan, kehilangan juga dapat terjadi pada saat proses pengayakan (*sieving loss*). *Sieving loss* disebabkan oleh ukuran partikel yang sangat kecil dan halus sehingga mudah terbawa angin pada saat pengayakan serta terdapat tepung yang menempel pada lubang ayakan. Oleh karena ini disarankan proses pengayakan dilakukan pada wadah tertutup sehingga kehilangan karena terbawa angin dapat diminimalisasi. *Sieving loss* meningkat dengan bertambahnya waktu lama penyosohan. Semakin lama proses penyosohan semakin meningkat rendemen dari *sieving loss*. Hal ini diduga disebabkan oleh semakin lama proses penyosohan, semakin halus tekstur tepung yang dihasilkan sehingga lebih memungkinkan untuk terbang dan menempel pada ayakan maupun tertahan pada lubang ayakan.

Tabel 1. Pengaruh Lama Penyosohan terhadap Rendemen Tepung Sorgum *Wholemeal* dan Fraksi Tepung Sorgum Putih Varietas Lokal Bandung

Lama		Rendemen (%)					
Penyosohan	<i>wholemeal</i>	Fraksi (Mesh)					
		<20	21-40	41-60	61-80	81-100	>100
6 menit	96,865 ^a	0,69 ^a	22,88 ^a	38,75 ^a	11,59 ^a	21,01 ^a	3,34 ^a
8 menit	95,775 ^a	0,57 ^a	18,39 ^a	39,63 ^a	11,2 ^a	23,69 ^a	4,07 ^a
6 menit	96,865 ^a	0,69 ^a	22,88 ^a	38,75 ^a	11,59 ^a	21,01 ^a	3,34 ^a
10 menit	95,19 ^a	0,4 ^a	22,24 ^a	32,19 ^a	3,17 ^b	23,4 ^a	16,35 ^a
8 menit	95,775 ^a	0,57 ^a	18,39 ^a	39,63 ^a	11,2 ^a	23,69 ^a	4,07 ^a
10 menit	95,19 ^a	0,4 ^a	22,24 ^b	32,19 ^b	3,17 ^b	23,4 ^a	16,35 ^a

Keterangan : Nilai rata-rata rendemen tepung sorgum *wholemeal* dan fraksi tepung sorgum yang ditandai oleh huruf yang sama untuk masing-masing waktu lama penyosohan memberikan pengaruh tidak berbeda nyata berdasarkan uji kesamaan (Uji t) dua rata-rata pada taraf 5%.

Modulus Kehalusan

Modulus Kehalusan (*Fineness Modulus*) adalah tingkat kehalusan butiran. Semakin kecil nilainya, maka butiran semakin halus (diameter partikel semakin kecil). *Fineness*

modulus adalah jumlah persen bahan tertinggal kumulatif pada tiap ayakan (tidak termasuk pan) dibagi dengan 100. Modulus kehalusan tepung sorgum lama penyosohan 6 menit dengan 8 menit dan 8 menit dengan 10 menit tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan berdasarkan uji beda dua rata-rata (uji t).

Tabel 2 menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan pada modulus kehalusan tepung sorgum perlakuan lama penyosohan 6 menit dengan 10 menit diduga disebabkan oleh kandungan perikarp yang terdapat pada tepung sorgum dengan lama penyosohan selama 6 menit lebih banyak dibandingkan dengan kandungan perikarp pada tepung sorgum dengan lama penyosohan 10 menit sehingga tekstur dari tepung sorgum dengan lama penyosohan 6 menit masih sedikit agak kasar dan kurang seragam dibandingkan dengan tepung sorgum dengan lama penyosohan 10 menit dan berpengaruh terhadap distribusi partikel tepung. Perikarp memiliki tekstur yang keras dan sukar untuk dihaluskan sehingga semakin lama proses penyosohan maka semakin sedikit kandungan perikarpnya dan akan menghasilkan tepung dengan tekstur yang lebih halus dan lebih seragam. Semakin banyak persentase ukuran partikel tepung yang lebih halus maka akan semakin merata distribusi partikel yang dihasilkan dan semakin rendah nilai modulus kehalusannya.

Berdasarkan hasil yang diperoleh tepung sorgum dengan proses penyosohan selama 6 menit memiliki nilai modulus kehalusan tertinggi yaitu sebesar 2.555 dan nilai modulus kehalusan terendah dimiliki oleh tepung sorgum dengan proses penyosohan selama 10 menit yaitu sebesar 2.172 dalam skala 0-4 (Syarief dan Halid, 1993). Semakin kecil nilai modulus kehalusan (semakin mendekati nilai 0) maka tekstur tepung semakin halus dan seragam, dan distribusi partikel tepung semakin merata.

Setelah didapatkan nilai modulus kehalusan dapat ditentukan diameter rata-rata partikel dari tepung yang dihasilkan (Lampiran 5), dimana semakin besar nilai modulus kehalusan maka semakin besar pula diameter rata-rata partikel dari tepung tersebut (Syarief dan Halid, 1993). Sesuai dengan modulus kehalusannya, tepung sorgum dengan lama penyosohan 6 menit memiliki diameter rata-rata partikel terbesar yaitu sebesar 0.024 inch, tepung sorgum dengan lama penyosohan 8 menit memiliki diameter rata-rata partikel sebesar 0.022 inch, dan tepung sorgum dengan lama penyosohan 10 menit memiliki diameter rata-rata partikel terendah yaitu sebesar 0.018 inch.

Menurut Henderson dan Perry (1976), modulus kehalusan menunjukan keseragaman hasil penggilingan atau penyebaran fraksi kasar dan halus. Tepung sorgum dengan berbagai variasi lama penyosohan termasuk kedalam kategori tepung dengan tingkat kehalusan sedang. Syarief dan Halid (1993) menjelaskan bahwa kategori tepung dengan tingkat kehalusan sedang memiliki nilai skala modulus kehalusan antara 2,1-4,1.

Tabel 2. Pengaruh Lama Penyosohan terhadap Modulus Kehalusan Tepung Sorgum Putih Varietas Lokal Bandung

Lama Penyosohan	Rata-rata
6 menit	2.555 ^a
8 menit	2.415 ^a

6 menit	2.555 ^a
10 menit	2.172 ^b
8 menit	2.415 ^a
10 menit	2.172 ^a

Keterangan : Nilai rata-rata modulus kehalusan yang ditandai oleh huruf yang berbeda menyatakan bahwa modulus kehalusan tepung sorgum 6 menit penyosohan, 8 menit penyosohan, dan 10 menit penyosohan berbeda nyata berdasarkan uji kesamaan (Uji t) dua rata-rata pada taraf 5%.

Derajat Putih

Derajat putih tepung sorgum dengan perlakuan lama penyosohan 6 menit, 8 menit, dan 10 menit menunjukkan perbedaan yang signifikan untuk tepung *wholemeal* dan fraksi diatas 81 mesh dengan menggunakan uji t (beda dua rata-rata).

Berdasarkan Tabel 3, derajat putih tepung sorgum *wholemeal* berkisar antara 58,06% - 61,06% dan untuk derajat putih tepung sorgum fraksi diatas 81 mesh berkisar antara 62,91%-67,06%. Derajat putih tertinggi dimiliki oleh tepung sorgum dengan lama penyosohan 10 menit untuk tepung sorgum *wholemeal* maupun tepung sorgum fraksi diatas 81 mesh. Hal ini diduga disebabkan oleh perikarp pada tepung sorgum lama penyosohan selama 10 menit lebih sedikit dibandingkan dengan perikarp pada tepung sorgum lama penyosohan 6 menit dan 8 menit sehingga warna tepung tampak lebih cerah sedangkan untuk tepung sorgum lama penyosohan 6 menit memiliki nilai derajat putih paling rendah karena masih terdapat perikarp yang lebih banyak dan menyebabkan warna tepung lebih kecokelatan. Pada tepung sorgum lama penyosohan 6 menit juga masih menunjukkan banyaknya bintik hitam yang merupakan hilum sehingga berpengaruh juga terhadap kecerahan tepung. Bintik hitam ini berasal dari hilum yang berasal dari lekukan biji yang tidak tersosoh. Menurut Rooney (1973) dalam Puppala (2003), hilum adalah modifikasi dari testa dan mengandung pigmen hitam yang dapat menyebabkan kecerahan tepung berkurang.

Tepung sorgum fraksi diatas 81 mesh dengan lama penyosohan 10 menit sebagian besarnya merupakan endosperma yang berwarna lebih putih sehingga memiliki nilai derajat putih tertinggi. Diduga pada tepung sorgum fraksi diatas 81 mesh dengan lama penyosohan 6 menit dan 8 menit masih terdapat sedikit perikarp sehingga masih berwarna agak cokelatan kurang cerah dan berpengaruh terhadap nilai derajat putih yang dihasilkan. Semakin lama proses penyosohan menunjukkan semakin tinggi nilai derajat putih dari tepung sorgum. Perikarp mengandung zat warna (pigment) seperti tanin atau komponen fenol dan granula pati yang menentukan warna biji sorgum, yaitu putih hingga sawo matang tua. Testa merupakan jaringan tipis antara perikarp dan endosperma. Testa hanya mengandung komponen warna seperti tanin atau komponen fenolik. Warna kulit biji sorgum bervariasi tergantung pada jenis varietasnya. Sorgum putih umumnya termasuk golongan sorgum kafir (Rahni, 2012).

Nilai derajat putih tepung sorgum fraksi diatas 81 mesh dengan perlakuan 6 menit, 8 menit, dan 10 menit penyosohan masih berada jauh dibawah nilai derajat putih tepung terigu komersial yaitu sebesar 86,5% (Widowati, dkk., 2005). Hal ini ditunjukkan dan dapat

dilihat dengan kasat mata bahwa warna tepung sorgum lebih kecokelatan dibandingkan dengan tepung terigu komersial.

Tabel 3. Pengaruh Lama Penyosohan terhadap Derajat Putih Tepung Sorgum Putih Varietas Lokal Bandung

Lama Penyosohan	Rata-rata (%)	
	<i>Wholemeal</i>	>81 mesh
6 menit	58,055 ^a	62,9051 ^a
8 menit	59,9052 ^b	65,5234 ^b
6 menit	58,055 ^a	62,9051 ^a
10 menit	61,0559 ^b	67,0578 ^b
8 menit	59,9052 ^a	65,5234 ^a
10 menit	61,0559 ^b	67,0578 ^b

Keterangan : Nilai rata-rata derajat putih yang ditandai oleh huruf yang berbeda menyatakan bahwa derajat putih tepung sorgum *wholemeal* dan fraksi diatas 81 mesh dengan lama penyosohan 6 menit, 8 menit, dan 10 menit berbeda nyata berdasarkan uji kesamaan (Uji t) dua rata-rata pada taraf 5%.

KESIMPULAN

1. Lama penyosohan yang berbeda tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap rendemen tepung *wholemeal*, rendemen fraksi tepung <20 mesh, 81-100 mesh, dan >100 mesh.
2. Lama penyosohan yang berbeda memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap rendemen 21-40 mesh, 41-60 mesh, dan 61-80 mesh pada tepung sorgum lama penyosohan 8 menit dengan 10 menit, rendemen fraksi 61-80 mesh pada tepung sorgum lama penyosohan 6 menit dan 10 menit, modulus kehalusan tepung lama penyosohan 6 menit dengan 10 menit, dan derajat putih tepung sorgum *wholemeal* dan fraksi diatas 81 mesh.
3. Tepung sorgum lama penyosohan 10 menit memiliki karakteristik terbaik yaitu memiliki rendemen *wholemeal* sebesar 95,19%, rendemen fraksi >100 mesh sebesar 16,35%, tekstur yang paling halus dengan nilai modulus kehalusan terendah sebesar 2.172 dalam skala 0-4, memiliki derajat putih tertinggi, yaitu untuk tepung *wholemeal* sebesar 61% dan untuk tepung fraksi diatas 81 mesh sebesar 67%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih Tim Peneliti sampaikan kepada LPPM-Unpad dan SIMLITABMAS Kementerian Ristek dan Dikti yang telah menyediakan dana penelitian sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

Achyar, T. S. dan M. Sudrajat. 2010. Statistika: Konsep Dasar Pengumpulan dan Pengolahan Data. Widya Padjajaran. Bandung.

- AOAC. (1995). Official Methods of Analysis of The Association of Official Agriculture Chemist. Washington DC: Association of Official Analytical Chemist.
- Kebakile, M. M. 2008. Sorghum Dry Milling Processes and Their Influence on Meal, and Porridge Quality. Thesis. Departemen of Food Science. Faculty of Natural and Agriculture Science, University of Pretoria, Pretoria, Republic of South Africa.
- Mudjishono, R. dan H. Suprpto. 1987. Budidaya dan Pengolahan Sorgum. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Puppala, V. 2003. Extruded Foods From White Grain Sorghum. Dissertation. Department of Grain Sciece and Industry College of Agriculture. Kansas State University, Mantahattan, Kansas.
- Rahni, N. M. 2012. Sorgum (Morfologi, Fisiologi, Ekologi, Teknologi Budidaya dan Prospek Pengembangannya). Unpad Press. Bandung.
- Sennang, N.R dan Nurfaida. 2012. Budidaya Sorgum. Masagena Press, Makasar.
- Suriani, Ade Irma, 2004. Mempelajari Pengaruh Pemanasan Dan Pendinginan Berulang Terhadap Karakteristik Sifat Fisik Dan Fungsional Pati Garut (*Marantha Arundinacea*) Termodifikasi. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor
- Susilowati. 2010. Pengembangan Pangan Fungsional Berbasis Polisakarida Dari Sorghum Untuk Anti Kolesterol. <http://www.lipi.go.id/www.cgi>. (diakses 10 Maret 2015)
- Syah, H., Yusmanizar., dan M. Oki. 2013. Karakteristik Fisik Bubuk Kopi Arabika Hasil Penggilingan Mekanis dengan Penambahan Jagung dan Beras Ketan. Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia. 5 (1) : 32 – 37.
- Syarief, R. dan H. Halid. 1993. Teknologi Penyimpanan Pangan. Penerbit ARCAN, Jakarta.

T4-MG 29

**PENURUNAN KANDUNGAN TIMBAL (Pb) PADA KUPANG MERAH
(*Musculitas senhausia*) DENGAN PEREBUSAN ASAM**

*Removing Of Lead (Pb) In Kupang Merah (*Musculista Senhousia*) By Acid
Braising*

Nur Hidayat, Arie Febrianto Mulyadi dan Athifah Tul Izza
Jur Tek Industri Pertanian Fak Tek. Pertanian Univ. Brawijaya Malang

Email: nhidayat@ub.ac.id

ABSTRACT

The aim of study was to identify the impact of concentration and acid types on reduction of Lead concentration as well as to identify the best result in lowest reduction of Lead concentration between both acids. The design of study applied Nested Random Design with 2 factors are various acids and concentration. Citric acids were 0.11 M, 0.18 M and 0.25 M; and EDTA were 0.05 M, 0.075 M and 0.1 M. To know the reduction of Lead content, AAS (Atomic Absorption Spectroscopy) was applied. Based on the study result, braising mussels with acid types (citric acid and EDTA) and concentration difference contributed significance level ($\alpha=0.05$) toward the concentration of Lead and pH value. Meanwhile, water content and yield were not significantly different. Braising citric acid liquid for the lowest Lead was 0.91 ppm with 0.25M concentration and its reductions were 78.53% and pH 4.24. Braising EDTA liquid for the lowest Lead was 0.57 ppm with 0.10M concentration and its reductions were 86.56% and pH 6.62.

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini mengetahui pengaruh konsentrasi dari jenis asam terhadap penurunan kadar Pb pada kupang merah. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Tersarang dengan 2 faktor utama yaitu jenis asam dan konsentrasi. Asam sitrat (0,11 M, 0,18 M dan 0,25 M) dan EDTA (0,05 M, 0,075 M dan 0,1 M). Berdasarkan hasil penelitian, perebusan daging kupang dengan jenis asam (asam sitrat dan EDTA) dan perbedaan konsentrasi berpengaruh nyata ($\alpha=0,05$) terhadap kadar Pb dan nilai pH, sedangkan kadar air dan rendemen tidak beda nyata. Perebusan larutan asam sitrat untuk kadar Pb terendah yaitu 0,91 ppm dengan konsentrasi 0,25M dan penurunannya sebesar 78,53% serta nilai pH yaitu 4,24. Perebusan larutan EDTA untuk kadar Pb terendah yaitu 0,57 ppm dengan konsentrasi 0,10 M dan penurunannya sebesar 86,56% serta nilai pH sebesar 6,62.

Kata Kunci : Asam sitrat, EDTA, Kupang merah, Perebusan asam, Timbal (Pb)

PENDAHULUAN

Kupang merupakan salah satu hasil perikanan laut yang masuk dalam kelompok kerang-kerangan dan memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi. Masyarakat khususnya daerah Jawa Timur banyak menggemari kuliner berbahan dasar kupang, dengan sentra produksi kupang di wilayah Sidoarjo, Surabaya, Gresik, dan Pasuruan. Potensi produksi kupang di Sidoarjo berkisar 10.664.600 kg pada tahun 2010 (Anonymous, 2010). Menurut Irawan (2012) salah satu permasalahan pada kupang merah adalah kadar logam berat yang

tinggi terutama timbal (Pb) yaitu sebesar 4,01 ppm. Kandungan logam Pb melebihi batas maksimum cemaran logam berat dalam makanan berdasarkan Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) yaitu 1,5 ppm. Menurut Sudarwin (2008), adanya pengkonsumsian produk kupang dengan kadar Pb tinggi akan mengakibatkan resiko kerusakan pada sistem pencernaan seperti perut mulas dan gangguan pencernaan dan keracunan pada tubuh salah satunya pada otak dan gangguan pada ginjal. Sumber utama cemaran timbal yang terdapat pada perairan adalah 40% limbah rumah tangga dan 60% adalah limbah industri (Anonymous, 2012).

Berbagai upaya penurunan kadar timbal pada kupang telah dilakukan. Penurunan kadar timbal dapat dilakukan dengan menggunakan pengikat logam atau yang disebut chelating agent yaitu asam sitrat (Agustini, 2008). Asam sitrat juga dapat bersifat sebagai chelating agent atau sekuestran, sehingga ion pada asam sitrat atau ion sitrat dapat berikatan dengan ion logam karena asam sitrat memiliki tiga gugus COOH (Alpatih et al, 2010). EDTA (Etilen Diamin Tetra Asetat) merupakan pengikat logam dan pertukaran logam yang baik untuk beberapa perbedaan ion logam. EDTA dapat membentuk senyawa kompleks yang stabil dan larut dalam logam berat, hal tersebut dapat meningkatkan penghilangan logam berat secara ekstensif (Zhang et al., 2008). Penurunan kadar timbal dengan metode perendaman dalam asam lemah cukup efektif. Namun proses ini kurang efisien waktu karena proses perendaman asam untuk menurunkan kadar timbal membutuhkan waktu 30 – 180 menit. Perlakuan perebusan kedua dilakukan perebusan kupang dengan larutan asam, maka akan mengurangi waktu proses.

Perebusan kupang dalam larutan asam diketahui lebih efektif pada pH rendah. Karena ikatan logam dengan protein melemah akibatnya terjadinya denaturasi protein. Sehingga ikatan logam merenggang pada protein yang berikatan dengan asam (Widiyanti, 2004). Oleh karena itu pada penelitian ini digunakan metode perebusan yang menggunakan dua jenis asam yang berbeda yaitu asam sitrat dan EDTA untuk mendapatkan penurunan kadar timbal yang tinggi.

Tujuan dari penelitian ini adalah Tujuan penelitian ini mengetahui pengaruh konsentrasi dari jenis asam terhadap penurunan kadar Pb serta mengetahui hasil terbaik dalam menurunkan kadar Pb terendah dari kedua asam.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kupang merah yang diperoleh dari daerah Desa Balongdowo, Kecamatan Candi, Kabupaten Sidoarjo. Untuk menghindari kerusakan kupang selama perjalanan maka kupang dimasukkan ke dalam cold box yang diberi hancuran es. Asam sitrat (teknis) EDTA (teknis) digunakan sebagai sumber asam. Bahan-bahan untuk analisa kadar Pb antara lain HNO₃ (p.a), HCl (p.a), dan larutan standar timbal 1000 ppm b/v (p.a) MERCK dan aquades.

Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah antara lain cold box, spektrofotometer serapan atom (Shimadzu AA-6200) lengkap dengan lampu katoda Pb

BCG-02 panjang gelombang 283,3 nm lebar celah 0,7 mm, lemari asam, hot plate, tanur pengabuan (Furnance 6000), oven, peralatan gelas, pH meter (Orion), cawan porselen dan timbangan analitik (Ohaus).

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Tersarang (RAT). Penggunaan rancangan ini berdasarkan konsentrasi larutan tersarang pada jenis asam. Penelitian ini terdiri faktor utama yaitu jenis asam dan konsentrasi asam sebagai factor tersarang.

Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan perebusan asam yang berbeda yaitu asam sitrat dan EDTA. Berikut adalah tahapan-tahapan perebusan kupang dalam larutan asam yaitu :

1. Penanganan bahan baku

Penanganan daging kupang selama perjalanan menggunakan cold box agar daging kupang tidak mudah busuk dan rusak.

2. Perebusan Asam

Larutan asam yang dilarutkan dalam aquades 150 ml untuk asam sitrat sebanyak 0,11M; 0,18M dan 0,25M dan untuk EDTA sebanyak 0,05M; 0,075M dan 0,10M. Perebusan asam dengan waktu 30 menit setelah larutan asam mendidih dan suhu perebusan 90°C - 100°C, kemudian dilakukan perebusan daging kupang merah dalam larutan asam.

3. Penirisan dan Pendinginan

Daging kupang setelah direbus, kemudian didinginkan dengan direndam air pada tempat atau baskom kemudian ditiriskan agar kadar air asam pada daging berkurang, pada proses ini dihasilkan daging kupang dan filtrat. Filtrat disaring menggunakan kertas saring sebanyak 50 ml yang digunakan untuk mengetahui kadar Pb pada daging kupang setelah perebusan asam.

4. Pencucian

Pencucian pada daging kupang tidak lebih dari 3 kali pencucian. Tujuan pencucian ini dilakukan agar rasa asam pada daging kupang dapat berkurang dan tidak menambah rasa asam apabila daging tersebut diaplikasikan pada produk.

5. Persiapan analisis

Setelah perebusan asam dan pencucian dengan aquades daging kupang menjadi daging kupang rendah kadar timbal yang siap dilakukan pengukuran

Analisa Data

Analisa data yang digunakan adalah analisa ragam ANOVA (*Analysis of Variance*) untuk mengetahui adanya pengaruh antar perlakuan dengan selang kepercayaan 0,05%. Apabila terdapat pengaruh nyata maka dilanjutkan uji BNT 5% (Beda Nyata Terkecil) menggunakan Microsoft Excel 2007.

Perlakuan terbaik didapatkan dari kadar Pb yang rendah serta ditinjau aspek ekonominya dari kedua jenis asam. Analisa kadar air dilihat data yang rendah pula, begitu dengan analisa kadar pH serta rendemen dilihat data analisa yang mempunyai nilai tertinggi pada daging kupang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah daging kupang merah yang diperoleh dari pengepul petani kupang di Desa Balongdowo Kecamatan Candi Kabupaten Sidoarjo. Hasil penelitian analisa bahan baku sebelum dilakukan perebusan dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisa bahan baku

Komposisi Kimia	Hasil Analisa	Literatur
Kadar Pb	4,24 ppm	4,01 ppm *
Kadar Air	82,83 %	75,70 %**
pH	5,60	4,4 ***

Sumber: * Irawan (2012)

** Prayitno dan Susanto (2005)

*** Purwanto dan Sardjimah (2000)

Hal ini terlihat berbeda hasil terutama pada kadar Pb yang dihasilkan sangat tinggi. Data hasil analisa bahan baku menunjukkan nilai yang berbeda dengan penelitian Irawan (2012). Hal ini bisa terjadi dikarenakan adanya perbedaan habitat pada kupang. Habitat kupang merah di bagian tepi pantai atau agak ke tengah (lebih kurang 80 m dari pantai) yang ombaknya kecil atau agak besar dan kedalam air pada waktu pasang surut 1-2 m (Prayitno dan Susanto, 2005). Karena habitat kupang merah juga mempengaruhi asupan makanan yang diperoleh kupang sehingga akumulasi kadar Pb berbeda serta perbedaan penanganan daging kupang setelah perebusan.

Kadar Pb

Hasil uji statistik ragam (ANOVA) menunjukkan hasil bahwa faktor jenis asam dan konsentrasi berbeda nyata ($\alpha=0,05$) terhadap penurunan kadar logam Pb pada daging kupang. Hasil penelitian pada daging kupang dengan perebusan asam sitrat didapatkan hasil kadar Pb berkisar 0,91-1,38 ppm dan perebusan EDTA kadar Pb berkisar 0,57-1,10 ppm (Tabel 2).

Tabel 2. Rerata kadar Pb dengan hasil uji BNT

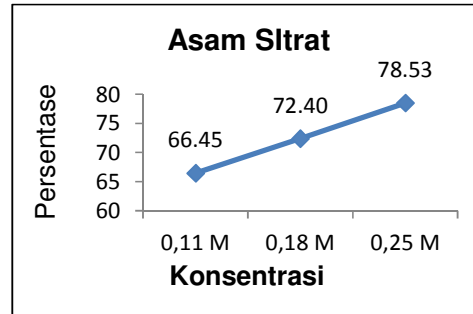
Jenis Sekuestran	Konsentrasi (%)	Kadar Pb (ppm)		BNT ($\alpha=0,05$)
		Kadar Pb Awal	Kadar Pb Akhir	
Asam Sitrat	0,11 M		1,38 ^c	0,055
	0,18 M	4,24	1,17 ^b	
	0,25 M		0,91 ^a	
	0,05 M		1,10 ^r	
EDTA	0,075 M	4,24	0,66 ^q	
	0,10 M		0,57 ^p	

Keterangan: notasi huruf yang sama dinyatakan tidak berbeda nyata

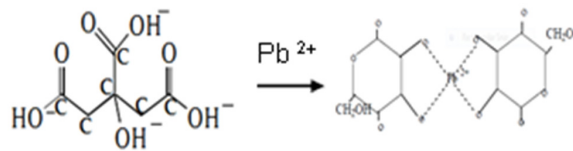
Perbedaan konsentrasi asam akan mempengaruhi penurunan Pb pada daging kupang. Hasil data mengindikasikan bahwa semakin tinggi konsentrasi asam maka semakin banyak asam yang mengikat ion logam sehingga semakin rendah kadar Pb pada daging kupang merah. Asam sitrat ($C_6H_8O_7$) adalah asam trikarboksilat dimana tiap molekulnya mengandung gugus karboksil dan satu gugus hidroksil yang terikat pada atom karbon, asam sitrat sangat efektif sebagai pengikat logam ion dan mudah larut dalam air (Setiawan dkk., 2012). Sedangkan EDTA ($C_6H_{16}N_2O_8$) memiliki dua atom nitrogen dan empat pada gugus karboksilatnya. Senyawa ini merupakan suatu ligan yang bersifat heksadentat (terdapat enam pasang elektron bebas) yang biasanya akan membentuk kompleks kelat yang kuat (Prasetyo, 2009).

Penurunan kandungan logam timbal disebabkan larutan asam dapat merusak ikatan kompleks logam protein. Ion logam yang terdapat dalam tubuh organisme hampir semuanya berikatan dengan protein (Setiawan dkk., 2012). Penurunan logam timbal dapat disebabkan karena lepasnya ikatan kompleks logam protein sehingga ion-ion logam tersebut keluar dari dalam daging kupang. Ion logam yang terdapat dalam tubuh organisme hampir semuanya berikatan dengan protein. Interaksi kompleks antara ion logam dengan protein secara metaloenzim dan metal protein. Metaloenzim adalah protein yang berikatan dengan logam dalam tubuh atau protein berikatan secara kuat dengan ion logam membentuk ikatan yang stabil. Metal protein adalah protein yang berikatan dengan logam di dalam tubuh dan ion logamnya mudah saling bertukar dengan protein yang lain (Suaniti, 2007).

Penurunan kadar Pb pada asam sitrat berkisar 66,45-78,53% (Gambar 1). Pb terikat dalam protein daging kupang sehingga membentuk senyawa metaloenzim dengan adanya asam sitrat maka memiliki 4 elektron bebas yang di berikan kepada ion logam, maka Pb akan terlepas dan berikatan dengan ion OH^- dan $COOH^-$ yang ada pada asam sitrat dan membentuk senyawa Pb sitrat. Proses pengikatan antara ion logam dengan asam sitrat pada (Gambar 2) (Indasah dkk., 2011).

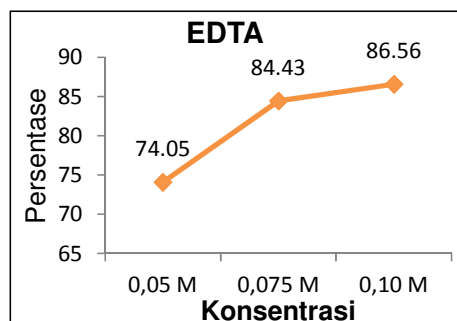


Gambar 1. Persentase Penurunan Kadar Pb pada Asam sitrat

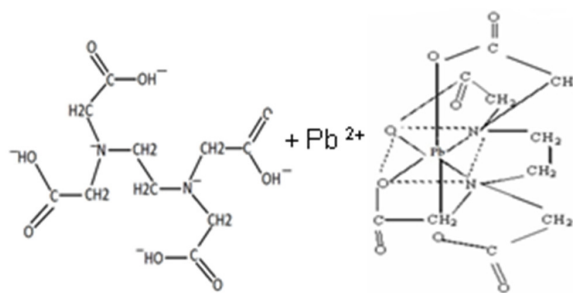


Gambar 2. Proses pengikatan elektron bebas asam sitrat dengan ion logam Pb (Anonymous, 2012).

Penurunan kadar Pb pada EDTA berkisar 74,05-86,56% pada perebusan dengan larutan EDTA terlihat penurunan tertinggi dengan konsentrasi 0,10M yaitu 86,56% (Gambar 3). Hal ini menunjukkan dengan konsentrasi semakin tinggi, semakin banyak ion logam yang tereduksi pada daging kupang merah. Diduga EDTA memiliki enam elektron bebas sehingga mampu membentuk ikatan kompleks yang kuat dengan ion logam pada daging kupang yang membentuk senyawa Pb disodium EDTA, dapat dilihat reaksinya pada (Gambar 4). Untuk memperoleh ikatan koordinasi yang stabil, diperlukan ligan yang mampu membentuk cincin 5-6 sudut dengan sebuah logam. Ion logam terkoordinasi dengan pasangan elektron dari atom-atom nitrogen EDTA dan juga keempat gugus karboksil yang terdapat pada molekul EDTA. Umumnya EDTA digunakan untuk mengobati keracunan oleh logam Hg dan Pb serta EDTA digunakan sebagai pengawet untuk mencegah pembusukan yang disebabkan logam berat pada produk ikan dan kerang-kerang sehingga dapat bertahan dalam beberapa hari (Prasetyo, 2009).



Gambar 3. Persentase Penurunan Kadar Pb pada EDTA



Gambar 4. Proses pengikatan elektron bebas EDTA dengan ion logam Pb (Mohamad, 2011).

Kadar Air

Berdasarkan hasil uji analisa ragam (ANOVA) pada dengan ($\alpha=0,05$). Hasil ini diketahui bahwa perebusan asam sitrat dan EDTA pada daging kupang menunjukkan tidak beda nyata terhadap kadar air yang terdapat pada daging kupang (Tabel 3).

Tabel 3. Rerata kadar air

Jenis Asam	Konsentrasi	Kadar Air (%)
Asam Sitrat	0,17 M	83,72
	0,27 M	82,25
	0,36 M	81,98
EDTA	0,05 M	83,37
	0,075 M	82,91
	0,10 M	82,54

Hal ini menunjukkan struktur hidrogen daging kupang sukar berikatan karena kedua asam ini mengandung senyawa hidroksil. Menurut Savitri (2011), gugus hidroksil ini sifatnya hidrofobik yang menyebabkan molekul hidroksil tidak berikatan dengan air. Selain itu, setelah perebusan daging sudah terpisah dari filtrat karena pengukuran Pb pada filtratnya. Sehingga tidak ada interaksi pada daging kupang setelah perebusan mengalami penyaringan yang sama.

Nilai pH

Berdasarkan penelitian ini diketahui nilai pH sebelum perebusan asam adalah 5,60 setelah perebusan asam sitrat berkisar 4,24-4,63 dengan perebusan EDTA berkisar 6,62-6,87. Hasil analisis ragam pada menunjukkan hasil bahwa faktor jenis asam memberikan pengaruh beda nyata atau signifikan terhadap konsentrasi asam sitrat dan EDTA memberikan berpengaruh nyata ($\alpha=0,05$) terhadap nilai pH pada daging kupang (Tabel 3).

Tabel 3. Rerata nilai pH dengan hasil uji BNT

Jenis Sekuestran	Konsentrasi (%)	Kadar pH	BNT ($\alpha=0,05$)
Asam Sitrat	0,11 M	4,63 ^c	0,104
	0,18 M	4,49 ^b	
	0,25 M	4,24 ^a	
EDTA	0,05 M	6,87 ^r	
	0,075 M	6,75 ^q	
	0,10 M	6,62 ^p	

Keterangan: notasi huruf yang sama dinyatakan tidak berbeda nyata

Penurunan pH pada asam sitrat dipengaruhi adanya peningkatan nilai pH larutan karena ada proses penambahan aquades pada proses pelarutan. Sehingga didapatkan nilai pH pada perebusan asam sitrat berkisar 4,24-4,63 dan perebusan EDTA berkisar 6,62-6,87. pH larutan yang dihasilkan oleh asam sitrat adalah 3,04 sedangkan pH larutan EDTA adalah 7,00. Terlihat EDTA memiliki nilai pH yang tinggi hal ini disebabkan susunan EDTA yang kompleks. Menurut Ulfah dkk (2014) pH mempunyai peran yang penting dalam penyerapan logam. Hal ini dikarenakan pH dapat memengaruhi kelarutan ion logam dalam larutan, kemampuan ion logam lain untuk mengikat pada permukaan biomassa. Pada pH asam, reaksi hidrolitik dapat mengakibatkan berubahnya komponen dan keadaan permukaan aktif sel. Hal ini mengakibatkan terjadinya peningkatan

Farha et al., (2010) yaitu setiap senyawa kompleks mempunyai perbedaan valensi yang berlawanan dengan pH karena senyawa hidrogen atau karboksilat akan terlepas sehingga nilai pH meningkat. Serta sifat dari EDTA yaitu Menurut Vogel (2004) yaitu kompleks EDTA dengan ion logam divalen akan stabil dalam larutan basa atau sedikit asam. Sementara kompleks dengan ion logam tri dan tetravalen terdapat dalam larutan dengan keasaman yang lebih jauh tinggi. Berikut ini adalah tabel kestabilan terhadap pH dari beberapa kompleks logam dengan EDTA (Tabel 4).

Tabel 4. Stabilitas pH pada pembentukan kompleks logam dengan EDTA

pH minimum adanya kompleks	Logam pilihan
1-3	Zn(IV), Hf(IV), Th(IV), Bi(III), Fe(III)
4-6	Pb(II), Cu(II), Zn(II), Co(II), Ni(II), Mn(II), Fe(II), Al(III), Cd(II), Sn(II)

8-10

Ca(II), Sr(II), Ba(II),Mg(II)

Sumber: (Vogel,2004)

Rendemen

Berdasarkan hasil uji ragam menunjukkan bahwa rendemen pada kupang tidak berbeda nyata atau tidak berpengaruh pada penurunan logam pada jenis asam dan konsentrasinya ($\alpha=0,05$) (Tabel 5).

Tabel 5. Rerata Rendemen

Jenis asam	Konsentrasi	Rendemen
Asam Sitrat	0,11 M	98,09
	0,18 M	98,05
	0,25 M	99,08
EDTA	0,05 M	98,04
	0,075 M	97,84
	0,10 M	98,68

Hal ini menunjukkan tidak ada interaksi atau hubungan antara jenis asam dan konsentrasi pada rendemen daging kupang. Hasil penelitian ini diketahui rerata rendemen daging kupang setelah perebusan asam berkisar 97-99%

Hasil rendemen tertinggi pada asam sitrat dengan konsentrasi 0,36M sebesar 99,08% sedangkan pada EDTA (Etilen Diamin Tetra Asetat) rendemen tertinggi dengan konsentrasi 0,10 M sebesar 98,68%. %. Nilai rendemen yang dihasilkan sangat tinggi hal ini disebabkan perebusan asam pada daging kupang tidak berpengaruh terhadap bobot awal daging yaitu 100 gr. Proses perebusan tidak mengalami penguapan, sehingga hasil rendemen yang dihasilkan tinggi serta karakteristik fisik dari daging kupang lebih besar dibandingkan dengan kupang putih.

Pemilihan Perlakuan Terbaik

Didapatkan perlakuan terbaik dengan larutan asam sitrat untuk kadar Pb terendah yaitu 0,91 ppm dengan konsentrasi 0,25M dan penurunannya sebesar 78,53% serta nilai pH yaitu 4,24. Perlakuan terbaik dengan larutan EDTA untuk kadar Pb terendah yaitu 0,57 ppm dengan konsentrasi 0,10 M dan penurunannya sebesar 86,56% serta nilai pH sebesar 6,62. Hasil terbaik dari penelitian ini terbukti dapat menurunkan kadar Pb dengan dibawah batas maksimum yang ditentukan oleh BPOM yaitu 1,5 ppm.

Ditinjau dari sudut harga untuk asam sitrat (teknis) berkisar Rp. 100,00 per gramnya dapat diperoleh di toko kimia, sedangkan penelitian ini didapatkan konsentrasi asam sitrat terbaik pada 0,25M (7,2 gram), sehingga biaya yang diperlukan adalah (7,2 gram x Rp. 100,00 = Rp. 720,00). Hal ini dapat dirokumendasikan untuk petani kupang pada proses perebusan dan harga produksi yang ditawarkan tidak terlalu tinggi, selain itu dapat

mengurangi kadar Pb pada daging kupang serta asam sitrat mudah diperoleh masyarakat. Harga untuk EDTA (teknis) berkisar Rp. 350,00 per gramnya didapatkan pada toko kimia, dari hasil penelitian terbaik dari EDTA adalah konsentrasi 0,10M (4,43 gram), biaya yang diperlukan adalah $(4,43 \text{ gram} \times \text{Rp. } 350,00 = \text{Rp. } 1.550)$ penggunaan EDTA sangat jarang digunakan di masyarakat. Tetapi EDTA banyak digunakan pada industri yaitu pengawetan bahan pangan yang berisi minyak dan lemak serta di bidang kedokteran. Penggunaan EDTA pada petani kupang kurang efektif, karena harga yang ditawarkan relatif mahal serta kemudahan dalam mencari bahan baku di masyarakat jarang ditemukan.

Pengolahan produk kupang saat ini sudah bermacam ragam seperti kupang lontong, petis kupang, kecap kupang, nugget kupang, krupuk kupang serta sosis kupang. pH merupakan parameter yang baik untuk mengetahui kualitas makanan. Diketahui pH pada produk kecap kupang adalah Menurut Muchlisyah (2012) yaitu 6,02. Berdasarkan SNI kecap ikan memiliki pH sebesar 5-6. Produk kupang yang lainnya yaitu petis kupang didapatkan nilai pHnya 5,16 (Fakhrudin, 2009).

Hal ini menunjukkan dengan adanya pH pada produk kupang yang sudah beredar di masyarakat hampir mencapai pH netral. Mengingat nilai pH pada penelitian pada asam sitrat sebesar 4,24 serta EDTA 6,62, menunjukkan pada perebusan EDTA yang layak untuk diaplikasikan pada produk. Apabila menggunakan asam sitrat terlalu masam cita rasanya, tetapi hal ini tidak menutup kemungkinan untuk dapat diaplikasikan pada produk kupang dengan cara pengurangan konsentrasi asam sitrat atau dilakukan pencucian secara berulang. Selain itu, asam sitrat memiliki nilai ekonomis.

Manfaat dari peninjauan hal tersebut ini terletak pada pengepul kupang yaitu bahan yang ditawarkan (daging kupang) sudah aman dikonsumsi walaupun harga yang ditawarkan sedikit lebih mahal, karena adanya penambahan asam pada perebusan. Penjualan daging kupang ini bisa dipasarkan melalui supermarket, restoran serta hotel, dengan dilengkapi kemasan yang menarik dan pelabelan aman untuk dikonsumsi. Serta manfaat untuk konsumen adalah pengkonsumsian kupang tidak memiliki efek yang fatal untuk kesehatan. Berdasarkan tinjauan dari segi finansial dan pengaplikasian produk didapatkan asam sitrat yang terbaik.

KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian ini adalah perebusan daging kupang dengan jenis asam (asam sitrat dan EDTA) dan perbedaan konsentrasi berpengaruh nyata ($\alpha=0,05$) terhadap kadar Pb dan nilai pH. Hasil terbaik pada perebusan daging kupang dengan menggunakan larutan asam sitrat yaitu konsentrasi 0,25M kadar Pb sebesar 0,91 ppm dengan nilai pH yaitu 4,24. Nilai kadar Pb pada daging kupang merah berada dibawah standar batas maximum BPOM yaitu 1,5 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

Agustina, T. (2010). Kontaminasi logam berat pada makanan dan dampaknya pada kesehatan. Teknobuga, 2(1).

- Anonymous. 2010. Kabupaten Sidoarjo Dalam Angka. <http://dinas-perikanan.sidoarjo.kab.go.id/kabupaten-sidoarjo-dalam-angka.html>. Diakses tanggal 12 Mei 2013.
- Anonymous. 2012. Banyak Sungai di Sidoarjo Tercemar. <http://dprd-sidoarjo.kab.go.id/banyak-sungai-di-sidoarjo-tercemar.html>. Diakses tanggal 18 Mei 2013.
- Alpatih, A., Mifbakhuddin, M., dan Nurullita. 2010. Pengaruh Konsentrasi Larutan Asam Jeruk Nipis dan Lama Perendaman Terhadap Penurunan Kadar Logam Berat Timbal (Pb) dalam Daging Kerang Hijau (*Perna viridis*). Skripsi. Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Muhammadiyah Semarang. Semarang.
- Erdem, E., Karapinar, N., dan Donat, R. (2004). *The removal of heavy metal cations by natural zeolites*. Journal of colloid and interface science. 280(2), 309-314.
- Fakhrudin, A. 2009. Pemanfaatan Air Kupang Putih (*Corbula faba* Hinds) untuk Pengolahan Petis dengan Penambahan Berbagai Pati-patian. Skripsi. Fakultas Perikanan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Gusnita, D. (2012). Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) di Udara dan Upaya Penghapusan Bensin Bertimbal. Berita Dirgantara, 13(3).
- Indasah., Arsianiti, A., Sugijanto., Sugianto, A. 2011. Asam Sitrat dapat Menurunkan Kadar Pb dan Cd pada Kupang Beras (*Corbula Faba*). Folia Medica Indonesia. 4 (1) : 46-51.
- Irawan, M. B. 2012. Studi Formulasi Pembuatan Nugget Kupang Merah (*Musculitis senhausia*) Kajian Proporsi Kupang Merah dan Tepung Komposit (Tepung Mocaf : Tapioka) Terhadap Sifat Fisik dan Organoleptik. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Mulyadi, A. F., Maligan, J. M., Wignyanto, W., & Hermansyah, R. (2014). *Organoleptic Characteristics of Natural Flavour Powder From Waste of Swimming Blue Crabs (Portunus pelagicus) Processing: Study on Dextrin Concentration and Drying Temperature*. Jurnal Teknologi Pertanian. 14(3).
- Mohamad, E. 2011. Fitoremediasi Logam Berat Kadmium(Cd) Pada Tanah Dengan Menggunakan Bayam Duri (*Amaranthus spinosus* L). Laporan Penelitian Pengembangan Iptek Dana Pnbp Tahun Anggaran 2012. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Gorontalo. Gorontalo.
- Prasetyo, A. D. 2009. Penentuan Kandungan Logam (Hg, Pb dan Cd) dengan Penambahan Bahan Pengawet dan Waktu Perendaman yang Berbeda pada Kerang Hijau (*Perna viridis* L). Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta.

KUALITAS GULA SEMUT YANG DIBUAT DARI BAHAN BAKU CAIRAN GULA AREN CETAK (*Arenga innata*) DENGAN VARIASI KONSENTRASI CAIRAN DAN SUHU PEMASAKAN

Quality Of Granular Sugar Are Made From Raw Material Of Palm Sugar (Arengan Pinnata) Liquified With Variation Of Liquid Concentration And Cooking Temperature

Suroso^{a*} dan Siti Happy^b

^aJurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Stiper Yogyakarta

^bAlumnus Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fateta, Instiper Yogyakarta

thp_instiper_jogja@yahoo.co.id

ABSTRACT

Palm sugar or granular Arenga pinnata sugar product are made from raw material liquified with variation of liquid concentration and cooking temperature. The purpose of this study is to repair of the quality granular sugar from raw material concentration and fix cooking temperature. This study used Split Plot Design with two factors, with Main plot are variation liquid concentration from in which there three stages arenga sugar – water: G1= 500 gr/200ml ; G2= 500 gr/150 ml ; and G3= 500 gr/100 ml; and Sub Plot are with three treatment as: S1= 125°C, S2= 130°C, and S3= 135°C. The analysis applied on granular arenga pinnata sugar are: content of water, ash, reduction sugar, total sugar, sucrose, browning index, total granular arenga sugar yield and uniformity level and so pleasure test to flavour and colour. The result of this study show that, liquid concentration arenga sugar and cooking temperature an have effect significans to all parameters applied, are excepted of ash content. The best of the result of this study is treatment combination liquid concentration arenga sugar/with water= 500 gr/150 ml and cooking temperature= 130°C. Granular arenga sugar produce are have: water content=2,79%, ash content=1,32%, reduction sugar=5,35%, total sugar=90,51%, sucrose=90,90%, browning index=0,32 abs/gr, total granular arenga sugar yield=68%, uniformity level: coarse, moderate, and small = 37,49%, 25,73%, and 36,77%.; pleasure test to flavour and colour =7,55%, and colour=7,45, with yellow to brown colour; is to aproach of the National Indonesian Standard.

Key words: liquid concentration arenga pinnata sugar, cooking temperature, and granular arenga sugar quality

ABSTRAK

Pembuatan gula semut (granuler) menggunakan bahan baku gula aren cetak yang dicairkan dilakukan dengan variasi konsentrasi cairan gula aren dan suhu pemasakan. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh produk dengan kualitas terbaik pada konsentrasi bahan baku dan suhu pemasakan tertentu. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan petak terbagi (RPT) dengan dua faktor. Petak utama yaitu konsentrasi cairan gula aren yang dibuat dengan perbandingan gula terhadap air (G) yang terdiri dari tiga taraf, meliputi: G₁ (500 g/200ml); G₂ (500 g/150 ml); G₃ (500 g/100 ml). Petak bagian yaitu suhu pemasakan (S) yang terdiri dari 3 taraf, meliputi: S₁ (125°C); S₂ (130°C); S₃ (135°C). Parameter pengamatan terhadap gula semut aren yang dihasilkan meliputi: kadar air, kadar abu, gula reduksi, gula total, sukrosa, indeks pencoklatan, rendemen dan tingkat keseragaman, serta kesukaan terhadap aroma dan warna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi cairan gula aren dan suhu pemasakan berpengaruh nyata terhadap semua parameter yang diamati, kecuali kadar abu. Kombinasi perlakuan yang mampu menghasilkan gula semut terbaik adalah

konsentrasi cairan gula aren yang dibuat dengan perbandingan gula terhadap air = 500 g/150 ml (G_2) dan suhu pemasakan 130°C (S_2). Gula semut yang dihasilkan memiliki kadar air 2,79%, kadar abu 1,32%bk, gula reduksi 5,35%bk, gula total 90,51%bk, sukrosa 80,90%bk, indeks pencoklatan 0,32 abs/g, rendemen 68 %, perbandingan keseragaman halus:sedang:kasar = 36,77%:25,73%:37,49%, kesukaan aroma dan warna mendekati sangat suka dengan warna gula semut kuning kecoklatan.

Kata Kunci: *Konsentrasi cairan gula aren, suhu pemasakan, kualitas gula semut*

PENDAHULUAN

Seperti halnya gula kelapa cetak atau gula merah yang dibuat dari nira kelapa, gula cetak aren juga dibuat dari nira tanaman aren yang termasuk golongan familia Palmae. Pohon Aren (*Arenga pinnata*) yang termasuk genus *Arenga* ini belum dibudidayakan secara intensif. Aren juga dinamakan tumbuhan serbaguna terpenting setelah kelapa. Ada anggapan bahwa aren termasuk tanaman hutan yang tumbuh secara alami dapat dijumpai di tebing, pinggir sungai, di lereng gunung atau bukit dan di dalam hutan. Pohon aren tidak memerlukan pemeliharaan khusus dapat tumbuh pada tanah liat, berlumpur dan berpasir pada ketinggian antara 900 – 2000 m di atas permukaan laut. Di Indonesia pohon aren tersebar di 14 provinsi dari Barat kepulauan Indonesia sampai Papua, kebanyakan niranya diproduksi dan ditekuni oleh masyarakat pedesaan untuk dibuat gula dalam bentuk perajin industri rumah tangga sampai UKM (Anonim, 2009).

Gula merah baik dari nira kelapa maupun dari nira aren yang dihasilkan oleh perajin setiap harinya tidak tetap mutunya atau bisa dikatakan produksi perajin yang terdapat di pasaran pada umumnya mutunya berubah-ubah baik ditinjau dari umur simpan maupun warnanya (Nursamsi.dkk., 1980, dalam Suroso dan Gani,S.,2004). Lebih lanjut dikatakan bahwa semakin lama waktu penyimpanan, kadar air gula semakin naik karena menyerap air dari udara sekitar. Peningkatan kadar air gula disebabkan oleh kadar gula reduksi yang terdapat dalam gula kelapa cetak maupun gula aren tersebut, sehingga gula bersifat higroskopis. Dengan demikian ketahanan simpan menjadi rendah. Kondisi ini sulit dicapai oleh perajin, karena dipengaruhi oleh bahan bakunya dan juga dalam hal pengolahannya, dalam hal ini suhu pemasakan yang tidak stabil, sehingga gula cetak yang dihasilkan bermutu rendah.

Untuk menghindari ketidakberhasilan pembuatan gula tersebut, ada dua cara yang dapat dilakukan untuk mengatasi hal tersebut, sekaligus untuk mengangkat derajat nilai gula cetak, yaitu dengan mengubah bentuk menjadi bentuk lain, dapat dimulai dari bahan baku nira diolah menjadi gula semut atau dari gula cetak kelapa atau aren diolah kembali menjadi gula semut(Suroso dan Gani S., 2004).

Lebih lanjut dikatakan bahwa dari hasil penelitiannya Suroso dan dan Suyitno (2013), bahwa gula semut bisa dibuat tidak dari bahan baku nira kelapa/palmae, tapi bisa dari bahan baku gula kelapa cetak yang dicairkan pada konsentrasi tertentu yang disebut dengan nira sintetis dari gula cetak. Untuk mempercepat terbentuknya kristal dalam pengolahan larutan gula tersebut dan untuk meningkatkan kemampuan untuk dapat digranulasikan maka perlu penambahn gula pasir halus sebagai bibit, dan penambahan bibit tidak harus sama dengan seperti pada bahan baku nira kelapa asli, hal ini tergantung pada

kualitas bahan bakunya (Anonim, 1992 dalam Suroso dan Suyitno, 2013). Untuk mencapai tingkat kejenuhan yang seragam di semua bagian, maka perlu dilakukan pengadukan pada saat terjadinya kristalisasi dengan ditandai timbulnya warna keputih-putihan pada permukaan masakan. Dalam pemasakan ini perlu diperhatikan lama masak, karena ada hubungannya dengan keberhasilan massa tersebut untuk dapat digranulasikan sehingga terbentuk granula atau butiran-butiran gula. Hal ini bisa ditandai dengan mengambil contoh massa pekatan tersebut kemudian dimasukkan ke dalam air, apabila mengeras maka pekatan tersebut dianggap sudah masak, sehingga pemasakan dapat diakhiri (Suroso dan Suyitno, 2013). Selanjutnya massa tersebut dibuat butiran (serbuk), dengan cara menggranulasikannya dengan alat granulator atau langsung digranulasikan pada pan masakan tersebut. Hasil akhir yang diharapkan adalah gula dalam bentuk serbuk dengan kadar air kurang lebih 3,0 %, itulah produk yang disebut dengan gula semut (gula granular).

Menurut Standard Nasional Indonesia (SNI) dalam Anonim (1990), gula semut didefinisikan sebagai olahan nira pohon palmas (familia Palmae) yang berbentuk serbuk. Di pasaran gula semut ini harganya lebih mahal daripada gula cetak biasa, dapat mencapai 5-6 kali lipat, disamping itu gula semut ini mempunyai prospek untuk ekspor. Gula semut memiliki nilai ekonomis lebih tinggi dibandingkan dengan gula merah versi cetakan. Beberapa keunggulan gula semut adalah aroma yang khas, umur penyimpanan yang panjang dengan kadar air kurang lebih 3%, mudah larut dalam air dingin atau air panas., pengemasan yang praktis dalam kantong dan mudah dikombinasikan dengan bahan lain pada industri pengolahan makanan dan minuman. Gula semut dari aren lebih manis, lebih jernih, lebih segar, dan jumlah padatan yang terlarut pada nira aren lebih rendah daripada nira kelapa (Anonim, 2009). Untuk mengetahui mutu gula semut bisa dicermati pada tabel di bawah ini:

Tabel 1. Mutu gula kelapa cetak dan Gula Semut Menurut SNI- 3743 – 95.

No	Kriteria Uji	Gula Cetak	Gula Semut (Gula Granular)
1.	Rasa dan Aroma	Normal, Khas	Normal, Khas
2.	Warna	Kuning kecoklat-coklatan sampai coklat	Kuning kecoklatan-coklatan sampai coklat
3.	Bagian tak larut % (b/b)	Max. 1,0	Max. 2,0
4.	Air % (b/b)	Max. 10,0	Max. 3,0
5.	Abu % (b/b)	Max. 2,0	Max. 2,0
6.	Gula Pereduksi % (b/b)	Max. 10,0	Max. 6,0
7.	Sukrosa % (b/b)	Min. 77,0	Min. 90,0
8.	Cemaran Logam (Pb, Cu, Zn, Sn, Mg, As (mg/kg))		Max. 1-40

Sumber: Anonim, 1995.

Untuk mendapatkan mutu gula semut aren yang baik, maka perlu pengendalian proses agar kerusakan dapat ditekan antara lain dengan penentuan suhu pemasakan yang tepat untuk menghindari terjadinya kerusakan senyawa gula dan konsentrasi gula aren

dengan air yang tepat sehingga kadar air pada gula aren granular (gula semut) tidak terlalu tinggi dan juga warna yang dihasilkan tidak terlalu gelap. Untuk mendapatkan konsentrasi gula aren-air yang tepat berdasarkan konsentrasi zat padat (% briks) gula aren.. Dengan mengetahui konsentrasi zat padat, maka dapat emnentukan air yang ditambahkan pada pembuatan gula aren granular tersebut., Konsentrasi gula aren-air tersebut dimaksudkan untuk mendapatkan larutan yang mendekati konsentrasi jenuhnya sehingga hasil dari leburan gula aren cetak dapat mendekati konsentrasi jenuhnya , sehingga diharapkan pengkristalan akan dapat terjadi dengan baik. Menurut Soeharsono Martoharsono (1988), untuk mempercepat kristalisasi (pembentukan *kristal*) *pada kepekatan tertentu massa tersebut ditambah serbuk gula atau inti kristal*. Pemberian inti kristal ini biasanya dilakukan pada saat koefisien lampau jenuh (KLJ) mencapai 1,0 – 1,2. Untuk mencapai tingkat kejenuhan yang seragam di semua bagian, maka perlu dilakukan pengadukan pada saat terjadinya kristalisasi dengan ditandai timbulnya warna keputih-putihan pada permukaan masakan.

Suhu pemasakan memegang peranan penting dalam pembuatan gula aren granular, hal ini dimaksudkan agar gula diolah tiidak mengalami kerusakan senyawa gulanya yaitu sukrosa dan gula pereduksi serta perubahan-perubahan sifat cairan gula dan juga tidak terjadi reaksi pencoklatan nonenzimatis atau reaksi Maillard (De Man, 1987 dan Fennema, 1985). Kerusakan senyawa gula berpengaruh terhadap gula aren granular yang dihasilkan terutama hasil gula, warna, aroma, dan keseragaman granular-granular yang terbentuk.

Dalam penelitian ini ditujukan untuk mendapatkan kualitas gula aren granular yang lebih baik dengan menggunakan bahan baku gula aren cetak yang dicairkan dengan konsentrasi gula aren- air dan suhu pemasakan yang tepat terhadap gula aren granular yang dihasilkan.

Harapan dari penelitian ini untuk memberikan informasi tentang proses pembuatan gula aren granular bisa dibuat dengan bahan baku gula aren cetak yang dicairkan pada konsentrasi tertentu, sehingga bisa diterapkan pada perajin gula semut.

BAHAN DAN METODE

A. Bahan dan Alat Penelitian

1. Bahan penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: gula aren cetak (warna coklat kemerahan, kering dan padat), bahan pembantu: gula pasir halus sebagai bibit untuk memancing terjadinya pengkristalan. Adapun bahan yang digunakan untuk analisa adalah: aquades, NaOH 45%, Reagensia Nelson, Reagensia arsenmolibdat, Pb asetat, etanol 60%, Na-oksalat. HCL 30%.

2. Alat penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat untuk pembuatan gula semut: yang disebut granulator, pemanas, pengaduk, evaporator, timbangan, ayakan 20 mesh, termometr, plastik pengemas, dll. Sedangkan alat untuk analisa kimia di laboratorium: timbangan elektrik, labu takar, pipet volume oven, thermometer,

eksikator, waterbath, kertas saring, erlenmeyer alat penggijok, muffle, gelas piala, spektrofotometer, tabung reaksi, botol timbang, krus porselin.

B. Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian INSTIPER Yogyakarta.

C. Metode Penelitian

1. Rancangan Percobaan

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Petak Terbagi (RPT), dengan dua faktor variabel dan dua kali ulangan (Gomes and Gomes, 1995). Rancangan terdiri atas petak utama (Main Plot), dengan variabel konsentrasi gula aren : air yang terbagi dalam tiga taraf dan Anak Petak (Sub Plot), dengan variabel suhu akhir pemasakan, dengan tiga taraf, yaitu sebagai berikut:

a. Faktor konsentrasi gula aren cetak : air, dengan 3 taraf:

G 1= Gula aren cetak : air = 500 gram : 200 ml

G 2= Gula aren cetak : air = 500 gram : 150 ml

G 3= Gula aren cetak : air = 500 gram : 100 ml

b. Faktor Suhu pemasakan, dengan 3 taraf:

T 1=Suhu pemasakan: 125 °C

T 2=Suhu pemasakan: 130 °C

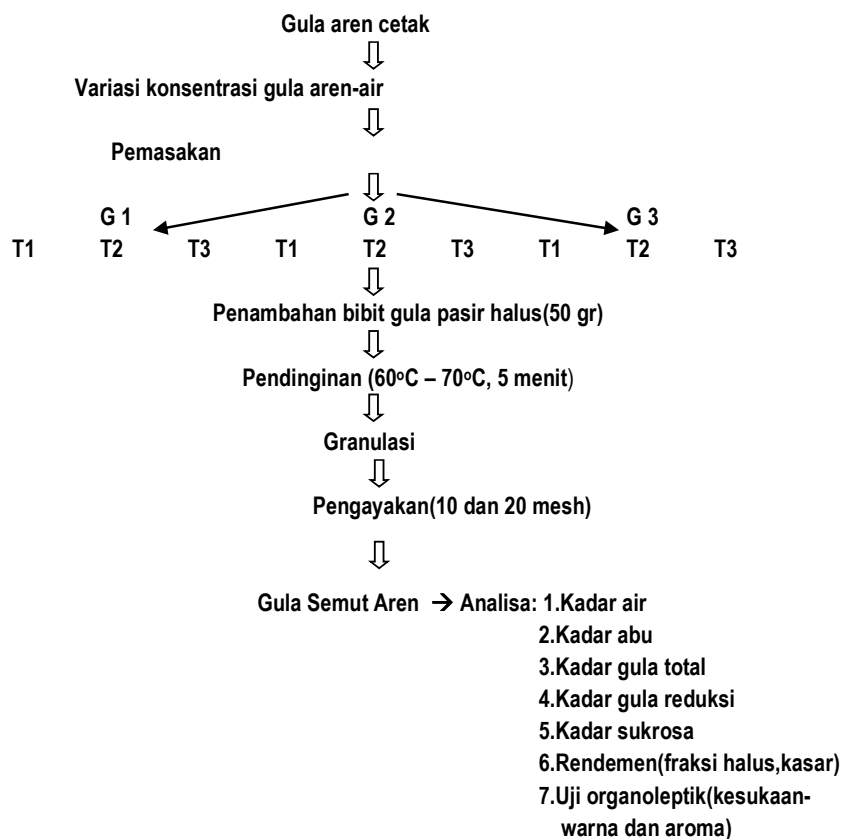
T 3=Suhu pemasakan: 135 °C

Percobaan ini dilakukan dengan mengkombinasikan faktor G dan faktor T, masing-masing kombinasi perlakuan diulang 2 (dua) kali ulangan, sehingga diperoleh $3 \times 3 \times 2 = 18$ kombinasi perlakuan. Data yang diperoleh dianalisa dengan analisa keragaman dan untuk mengetahui beda antar perlakuan dilakukan uji jarak berganda Duncans (Duncans Multiple Range Test) pada jenjang nyata 5%.

2. Pelaksanaan Penelitian

Gula aren cetak dilarutkan dengan penambahan air, dengan variasi konsentrasi gula aren-air seperti yang tertera pada metoda di atas. Masing-masing konsentrasi gula aren-air (G1, G2, dan G3) dimasak dengan variasi suhu pemasakan (T1, T2, dan T3), hingga masak dengan urutan yang sesuai dengan tata letak percobaan tersebut. Larutan gula aren yang sudah masak kemudian ditambah bibit gula pasir halus 50 gram dan didinginkan selama 5 menit. Selanjutnya digranulasi dan diayak menggunakan ayakan 20 mesh dan 10 mesh. Apabila petak pertama sudah selesai kemudian dilanjutkan petak ke dua, demikian untuk selanjutnya dengan cara yang sama seperti pada petak pertama. Gula semut yang sudah jadi kemudian dianalisis kimia yang meliputi: kadar air, kadar gula reduksi, kadar sakarosa, kadar gula total, dan kadar abu. Sedangkan analisis fisiknya meliputi: warna, tingkat keseragaman, rendemen dan uji organoleptik: warna dan aroma.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Diagram alir percobaan pembuatan gula semut aren di bawah ini:



Gambar 1. Diagram Alir Pembuatan Gula Semut Aren

3. Evaluasi Hasil Penelitian

Analisis yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi analisis terhadap gula semut yang dihasilkan meliputi:

- Analisis kadar air (Slamet sudarmadji, dkk., 1984)
- Analisi Kadar abu (Slamet sudarmaji, dkk., 1984)
- Analisis gula reduksi dengan cara spektrofotometri Metode Nelson-Somogyi (slamet sudarmaji, dkk., 1984).
- Analisis Total Gula dan Sukrosa (Slamet Sudarmaji, dkk., 1984).
- Analisis Rendemen (fraksi halus dan kasar)
- Uji organoleptik, kesukaan warna dan aroma (Bambang Kartika, dkk., 1988)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil rerata penelitian tersebut disajikan pada Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil rerata seluruh pengamatan yang dilakukan terhadap gula semut aren yang dihasilkan

Kombinasi		Rerata					hasil	pengamatan			Perlakuan		
Konsentrs	Suhu	kadar air!	kadar abu!	Gula reduksi!	Gula total!	Sukrosa!	Indeks Pencki!	Rendern!	T Kesrgm!	(%)	!	Organoleptik	
Warna		%	%	%	%	%	abs/g	%	%	Halus	sedang	Kasar ! Aroma	
G 1	T1=125°C	2,98	1,34	5,29	90,49	80,94	0,33	76,50	33,34	33,33	33,33	5,70	
	T2=130°C	2,93	1,33	5,39	89,58	79,98	0,37	73,50	28,56	32,65	38,78	6,45	
	T3=135°C	2,81	1,32	5,66	89,30	79,46	0,41	69,00	26,78	26,80	46,41	6,95	
G 2	T1=125°C	2,93	1,33	5,26	91,52	81,95	0,28	70,00	39,99	27,87	32,13	6,05	
	T2=130°C	2,79	1,32	5,35	90,51	80,90	0,35	68,00	36,77	25,73	37,4	7,55	
	T3=135°C	2,78	1,30	5,63	89,59	79,75	0,37	66,50	30,82	23,30	45,87	7,15	
G 3	T1=125°C	2,87	1,31	5,22	91,87	82,32	0,23	68,50	44,53	26,29	29,18	5,95	
	T2=130°C	2,74	1,30	5,30	91,34	81,74	0,27	65,00	42,33	23,03	34,63	6,70	
	T3=135°C	2,61	1,27	5,60	90,69	80,83	0,32	61,00	40,22	19,02	26,65	6,65	
6,30													

A. Kadar air

Berdasarkan analisa keragaman, perlakuan konsentrasi gula aren cetak - air dan suhu pemasakan berpengaruh nyata terhadap kadar air gula semut aren. Semakin tinggi penambahan air diperoleh kadar air semakin tinggi pula, hal ini disebabkan semakin banyak air maka untuk mencapai daerah jenuh lama, sehingga banyak sukrosa mengalami inversi menjadi gula reduksi yang mengakibatkan kadar air gula semut aren menjadi tinggi. Sebaliknya semakin tinggi suhu pemasakan maka kadar air semakin rendah, karena semakin tinggi suhu pemasakan maka air yang terdapat dalam larutan gula aren akan semakin sedikit karena teruapka. (Anonim, 1992). Dari Uji Duncan, hasil rerata kadar air yang terendah pada perlakuan konsentrasi gula aren-air: 500 gr: air 100 ml. Yaitu: 2,74% dan kadar air tertinggi, pada perlakuan : 500 gr-200 ml, yaitu dengan kadar air : 2,91%. Berarti memenuhi SNI (kadar air maks. 3%).

B. Kadar Abu

Berdasar analisis keragaman, perlakuan konsentrasi gula aren-air tidak berpengaruh nyata terhadap kadar abu gula semut, sedangkan pada suhu pemasakan juga tidak berpengaruh nyata terhadap kadar abu gula semut aren yang dihasilkan.. Menurut Goutara dan Wijandi (1981), bahwa kadar abu dapat berpengaruh terhadap warna dan higroskopis gula, sehingga semakin tinggi kadar abu makin rendah mutu gulanya. Berdasarkan SNI (1995) bahwa kadar abu pada gula semut aren yang dihasilkan memenuhi syarat standar nasional Indonesia karena masih di bawah 2% (kadar abu yang pada gula semut aren tersebut hanya maksimum 1,33%).

C. Kadar Gula Reduksi

Berdasarkan analisis keragaman, perlakuan konsentrasi gula aren-air yang rendah didapatkan semakin rendah juga gula reduksinya pada gula semut aren, karena dengan penambahan air yang rendah maka dalam larutan gula aren tersebut semakin kental sehingga memperkecil jumlah kadar air bebas yang akhirnya akan menghambat dekomposisi sukrosa pada gula semut aren tersebut. Demikian juga pada perlakuan suhu pemasakan, semakin tinggi suhu pemasakan maka sukrosa akan cepat terhidrolisis menjadi glukosa dan fruktosa (gula reduksi). Menurut Parker (1978), dalam Suroso dan Suyitno, (2013), bahwa peruraian sukrosa menjadi gula reduksi atau gula invert disebabkan akibat pemanasan dalam suasana asam atau diakibatkan semakin tingginya suhu pemasakan. Hasil uji Duncan bahwa perlakuan konsentrasi gula aren-air yang tinggi terdapat pada konsentrasi-air : 500 gr - 200 ml, yaitu: 5,45%. Sedangkan perlakuan suhu pemasakan yang tinggi: 135°C diperoleh gula reduksi yang tinggi pula yaitu: 5,64%. Berarti masih dibawah standar SNI gula reduksinya (maksimum 6%), sehingga masih memenuhi Standar Nasional Indonesia (Anonim, 1995).

D. Kadar Gula Total

Berdasarkan analisis keragaman, perlakuan konsentrasi gula aren-air menunjukkan semakin tinggi penambahan air maka didapatkan kadar gula total semakin rendah. Hal ini disebabkan penambahan air yang tinggi akan menyebabkan untuk mencapai konsentrasi jenuh lama dicapai, sehingga akan banyak memberi kesempatan sukrosa yang terinversi menjadi gula reduksi selama pemasakan dan selanjutnya gula reduksi bereaksi dengan asam amino membentuk warna coklat, sehingga terjadi penurunan gula total pada gula semut aren yang dihasilkan. Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi gula aren-air semakin kecil (500 gr-100 ml) mempunyai kadar gula total tertinggi, yaitu: 91,30%, sedangkan pada suhu pemasakan 125°C mempunyai kadar gula total tertinggi juga yaitu: 91,298%. Menurut Buckle (1987) dalam Suroso dan Suyitno (2013), kadar air pada gula berpengaruh terhadap sifat fisik, perubahan-perubahan kimia, dan menentukan kenampakan. Dengan peningkatan kadar air maka akan mempengaruhi kadar gula reduksi, kadar sukrosa dan kadar gula total.

E. Kadar Sukrosa

Berdasarkan analisis keragaman, bahwa kedua perlakuan tersebut berpengaruh terhadap kadar sukrosa pada gula semut aren yang dihasilkan. Hasil tertinggi kadar sukrosa pada perlakuan konsentrasi gula aren-air: 500gr-100ml, menghasilkan kadar sukrosa: 81,630%, sedangkan perlakuan suhu pemasakan 125°C, juga menghasilkan kadar sukrosa tertinggi yaitu:

81,738%. Dari hasil analisis tersebut ternyata gula semut aren yang dihasilkan memenuhi persyaratan Standard Nasional Indonesia (SNI).

F. Indeks Pencoklatan

Berdasarkan analisis keragaman, bahwa perlakuan konsentrasi gula aren-air bahwa semakin banyak penambahan air maka indeks pencoklatan semakin tinggi hal ini disebabkan dengan penambahan air yang banyak maka dalam mencapai larutan yang jenuh membutuhkan waktu yang lama dan hal ini juga dapat menyebabkan terbentuknya gula reduksi. Dengan semakin banyak terbentuknya gula reduksi maka akan semakin cepat terjadinya reaksi pencoklatan non enzimatis yang disebabkan reaksi antara gugus amino primer dengan gula reduksi yang ada pada gula semut aren tersebut. Demikian juga pada perlakuan suhu pemasakan, semakin tinggi suhu pemasakan maka indeks pencoklatan semakin tinggi, hal ini disebabkan dengan suhu tinggi akan mempercepat proses terbentuknya gula reduksi dan selanjutnya akan bereaksi dengan asam amino yang akhirnya akan mengakibatkan pembentukan warna coklat (reaksi Maillard) pada produk gula semut aren tersebut (Shallenberger dan Brich, 1975 dalam Suroso dan Kardiyono, 2000). Dari hasil rerata analisis indeks pencoklatan terendah pada perlakuan konsentrasi gula aren-air: 500 gr-100ml, yaitu: 0,27 abs/gr. Sedangkan pada perlakuan suhu pemasakan indeks pencoklatan terendah didapat pada suhu pemasakan 125°C, yaitu :0,28 abs/gr.

G. Rendemen

Pada perlakuan konsentrasi gula aren-air diperoleh rendemen tertinggi pada perlakuan konsentrasi gula aren-air: 500 gr-200ml, yaitu: 73%, kemudian menurun pada konsentrasi: 500 gr-150 ml, yaitu: 68,17%, sedangkan pada perlakuan suhu pemasakan rendemen tertinggi diperoleh pada suhu pemasakan 125°C, yaitu 71,67%, kemudian menurun pada suhu pemasakan 130°C, yaitu: 68,83%. Dengan semakin rendah suhu pemasakan maka rendemen yang diperoleh semakin tinggi, karena dengan rendahnya suhu pemasakan maka molekul-molekul sukrosa akan mengendap ke permukaan inti kristal, sehingga pembentukan rendemen gula semut aren akan semakin banyak (Soesarsono Wijandi, 1981).

H. Tingkat Keseragaman

Berdasarkan hasil analisis bahwa perlakuan konsentrasi gula aren-air dan suhu pemasakan berpengaruh nyata terhadap tingkat keseragaman, baik tingkat keseragaman halus, sedang maupun tingkat keseragaman kasar. Tingkat keseragaman halus tertinggi dicapai pada konsentrasi gula aren-air: 500 gr-100ml, yaitu: 42,36%; sedangkan pada perlakuan suhu pemasakan tertinggi pada suhu 125°C, menghasilkan tingkat keseragaman halus: 39,29%. Tingkat

keseragaman sedang tertinggi dicapai pada, perlakuan konsentrasi gula aren-air: 500 gr-200 ml, sedangkan suhu pemasakan 125°C, menghasilkan tingkat keseragaman sedang tertinggi, yaitu: 29,17%. Tingkat keseragaman kasar tertinggi dicapai pada perlakuan konsentrasi gula aren-air: 500 gr-200 ml air; sedangkan pada perlakuan suhu pemasakan tingkat keseragaman kasar tertinggi diperoleh pada suhu pemasakan 135°C.

I. Kesukaan Warna dan Aroma (Uji Organoleptik)

Berdasarkan analisis keragaman, bahwa kedua perlakuan menunjukkan berpengaruh terhadap kesukaan aroma dan warna gula semut aren yang dihasilkan. Nilai kesukaan tertinggi pada warna gula semut pada perlakuan konsentrasi gula aren-air: 500 gr-150 ml air dengan nilai:6,95; sedangkan pada perlakuan suhu pemasakan yang disukai oleh panelis pada suhu pemasakan 130°C, dengan nilai:6,72. Untuk uji organoleptik aroma, perlakuan konsentrasi gula aren-air: 500 gr-150 ml air adalah yang disukai oleh panelis dengan nilai: 6,95; sedangkan pada perlakuan suhu pemasakan panelis menyukai pada suhu pemasakan: 130°C, dengan nilai 6,92.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Konsentrasi gula aren-air dan suhu pemasakan berpengaruh terhadap hampir semua parameter yang dianalisis, kecuali tidak berpengaruh terhadap kadar abu gula semut aren yang dihasilkan.
2. Gula semut aren yang dihasilkan yang paling baik adalah dari kombinasi perlakuan konsentrasi gula aren-air: 500 gr - 150 ml air dan suhu pemasakan: 130°C, dengan hasil: kadar air: 2,79%, kadar abu: 1,32%, kadar gula reduksi: 5,35%, kadar gula total: 90,51%, kadar sukrosa: 80,90%, indeks pencoklatan: 0,32 abs/gr, rendemen: 68%, tingkat keseragaman halus: 36,77%, tingkat keseragaman sedang: 25,73%, dan keseragaman keseragaman kasar: 37,49%. Untuk uji kesukaan aroma: 7,55 dan kesukaan warna: 7,45. Hampir semua parameter tersebut sesuai dengan Standard Nasional Indonesia (SNI).

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1995. Standard Nasional Indonesia Gula Cetak dan Gula Semut. Dewan Standarisasi Nasional-DSN.
- _____, 1992. Progres Report Pembuatan Peralatan dan Metode Pengolahan Gula Kelapa dan Gula Semut (gula kelapa granular) pada Proyek Percontohan Pengolahan Gula Kelapa. Kediri Jawa Timur

- _____, 2009, Gula Semut pun Merambah Belanda. Temu Bisnis Memperluas Aksebilitas Komunitas Desa Hutan. Dalam Rangka Pekan raya Hutan dan Masyarakat, di Bulaksumur UGM, Yogyakarta.
- De man, JM., 1987. Principles of Food Chemistry. West Port Connecticut.
- Fennema, C., 1985. Food Chemistry, Second edition, Marcel Dekker, Inc, New York and Basel.
- Suroso, Setyo hastuti, dan Dian Arumi, 2008. Pengaruh Varietas dan Tingkat Kemasakan Tanaman Tebu Terhadap Kandungan Gula Pada Nira Tebu Rakyat. Prosiding Seminar Nasional PATPI Cabang Palembang, Di Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Suroso, Adi Ruswanto, dan Pujo Pramudito, 2009. Upaya Pengurangan Rasa Asin Dengan Cara Penambahan Tawas dan Lama Pengendapan Nira Terhadap Gula Nipah Yang Dihasilkan. Prosiding Seminar Nasional PATPI Cabang Jakarta, Di Jakarta.
- Suroso dan Suyitno, 2013. Pembuatan Gula Semut Dari Bahan Baku Gula Kelapa Cetak Dengan Suhu Akhir Pemasakan Terhadap Kualitas produk yang dihasilkan. Prosiding Seminar Nasional PATPI, di Universitas Jember.
- Gomez, KA, And Gomez, AA., 1985. Statistic Procedure for Agriculture Researc. John Wiely and Sons, New York.
- Kartika, B., Pudji Hastuti, dan Wahyu S., 1988. Pedoman Inderawi Bahan Pangan. PAU Pangan dan Gizi UGM Yogyakarta.
- Slamet Sudarmadji, B. Haryono, dan suhardi, 1984. Prosedur Analysis Untuk bahan Makanan dan Pertanian UGM, Liberty Yogyakarta.
- Soeharsono Martoharsono, 1988. Laporan Penelitian Upaya Untuk Menghasilkan Gula Kelapa Pasir melalui Pembibitan dan Pengadukan Terbatas. Fakultas TP UGM Yogyakarta.
- Suroso, dan Gani S., 2004. Pemantapan Metode Pengolahan Gula Semut dari Bahan Baku Nira Kelapa dan Gula Kelapa Cetak. Penerapan IPTEK Sibermas Dirjen DIKTI Departemen Pendidikan Nasional Jakarta.

T4-MG 32

PRODUKSI DAN EVALUASI FISIKOKIMIA SENSORI *FRUIT LEATHER* APEL MANALAGI DENGAN VARIASI XANTHAN GUM

Production and Evaluation Physicochemical sensory Fruit Leather Apples Manalagi with Xanthan Gum Variation

Nur Her Riyadi P, Ardhea Mustika S., Sri Wahyuni
Program Studi Ilmu & Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta

Email: masnur_heri@yahoo.co.id

ABSTRACT

Fruit leather is a thin sheet-shaped slurry product with a thickness of 2-3 mm, made from fruit (puree) were dried at 60 -62 °C. Apples contain vitamin C and B are nutritious for health. Apples also have phenolic compounds act as antioxidants, and beta-carotene as provitamin A. Apples contain fiber which is quite high as 2.4 gr/100 gr%, so the apple can be used as a basis for making fruit leather, as a snack to boost economic value. Manufacture of fruit leather with the addition of binding material effect on fruit quality of leather, especially the texture and appearance. The addition of xanthan gum (0%; 0.1%; 0.3%; 0.5%) as a binder, predicted affect the organoleptic characteristics (color, aroma, flavor, texture, and overall), the physical and chemical (tensile strength, moisture content, ash content, antioxidant activity, total fiber) from apple fruit leather Manalagi. Research shows that the addition of xanthan gum significant effect on ash content: 0.384% -0.687% (db), water content: 12.479% -18.050% (db), and fiber 6.938-7,849% (db). But the addition of xanthan gum does not affect the value of tensile strength and antioxidant activity (tensile strength values from 4.302 to 5.424% N, the antioxidant activity of 10.873% -13.191%). Organoleptic testing shows the best A-level panel on Manalagi apple fruit leather, is with the addition of 0.3% xanthan gum. Meanwhile, the overall physic and chemical characteristic shows that the best addition of xanthan gum is in concentration 0,5 %.

Keywords: fruit leather, apple, xanthan gum.

ABSTRAK

Fruit leather adalah produk bubur berbentuk lembaran tipis dengan ketebalan 2-3 mm, berbahan dasar buah (puree) yang dikeringkan pada suhu 60-62°C. Buah apel memiliki kandungan vitamin C dan B yang berkhasiat untuk kesehatan. Apel juga memiliki senyawa fenolik berfungsi sebagai antioksidan, dan betakaroten sebagai provitamin A. Apel mengandung serat yang cukup tinggi sebanyak 2.4 gr/100 gr%, sehingga apel dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan fruit leather, sebagai camilan untuk meningkatkan nilai ekonomi. Pembuatan fruit leather dengan penambahan bahan pengikat berpengaruh terhadap kualitas fruit leather terutama tekstur dan kenampakan. Penambahan xanthan gum (0%; 0,1%; 0,3%; 0,5%) sebagai bahan pengikat, diduga berpengaruh terhadap karakteristik organoleptik (warna, aroma, rasa, tekstur, dan overall), fisik dan kimia (kuat tarik, kadar air, kadar abu, aktivitas antioksidan, total serat) dari fruit leather apel Manalagi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan xanthan gum berpengaruh nyata terhadap kadar abu :0.384% -0.687% (db), kadar air : 12.479% -18.050% (db), dan serat 6.938-7,849% (db). Namun penambahan xanthan gum tidak berpengaruh terhadap nilai kuat tarik dan aktivitas antioksidan (nilai kuat tarik 4,302-5,424% N, aktivitas antioksidan 10,873%-13,191%). Pengujian organoleptik menunjukkan tingkat

kesukaan terbaik panelis pada fruit leather apel Manalagi, adalah dengan penambahan xanthan gum sebesar 0,3%. Sedangkan secara keseluruhan karakteristik fisik dan kimia menunjukkan penambahan xanthan gum konsentrasi terbaik adalah 0,5%.

Kata kunci: fruit leather, apel, xanthan gum.

PENDAHULUAN

Buah merupakan bahan pangan kaya akan sumber vitamin dan antioksidan yang diperlukan tubuh. Buah-buahan tidak selalu dikonsumsi dalam bentuk segar, tetapi sebagian besar diolah menjadi berbagai bentuk olahan pangan seperti jam, jelly, *puree*, sari buah, buah kaleng, manisan kering atau basah dan salah satu jenis produk olahan buah-buahan yang kering selain manisan yaitu *fruit leather*. Beberapa buah yang bersifat klimakterik setelah dipanen akan mengalami perubahan-perubahan sifat fisik dan kimia yang disebabkan oleh berlanjutnya kegiatan metabolisme. Kandungan dalam bahan akan berubah seiring dengan perkembangan fisiologis buah kemudian terjadi kerusakan sehingga diperlukan penanganan yang tepat untuk pengawetan bahan.

Fruit leather dibuat dengan cara mengeringkan *puree* buah untuk memperoleh produk makanan dengan tekstur kenyal yang berasal dari daging buah yang telah dihancurkan dan dikeringkan (Henriette, 2006). Produk ini berbentuk lembaran tipis dengan ketebalan 2-3 mm yang dibuat dengan cara mengeringkan *puree* buah pada suhu 60-62°C yang memiliki konsistensi dan rasa manis tetapi masih memiliki ciri khas buah yang digunakan (Kendall, P and J Sofos, 2003). Keunggulan *fruit leather* yaitu memiliki daya simpan yang cukup tinggi, mudah diproduksi, dan nutrisi yang terkandung didalamnya tidak banyak berubah. Bahan baku pembuatan *fruit leather* dapat berasal dari berbagai jenis buah tropis maupun subtropis dengan kandungan serat yang cukup tinggi seperti pepaya, jambu biji, nenas, pisang, mangga, dan apel (Asben, A. 2007). Menurut Raab, C and N Oehler (2000) *fruit leather* dapat dibuat dari satu jenis buah-buahan atau campuran beberapa jenis buah. *Fruit leather* yang telah dibuat selama ini diantaranya berasal dari buah nenas, jambu, mangga, campuran nenas dan wortel, campuran mangga dan rosella serta nangka. Menurut Febrianto, AM (2011) syarat buah yang dapat digunakan untuk pembuatan *fruit leather* adalah buah yang memiliki kematangan yang cukup, berkadar air rendah, mengandung serat yang tinggi, dan memiliki *flavor* yang kuat.

Buah Apel (*Malus sylvestris mill*) merupakan jenis buah yang banyak disukai oleh masyarakat. Apel memiliki kandungan vitamin C dan B, yang berkhasiat untuk kesehatan. Apel memiliki kandungan gizi seperti vitamin C dan B, yang berkhasiat untuk kesehatan. Senyawa fitokimia pada buah apel yang berfungsi sebagai antioksidan adalah senyawa fenolik, golongan flavonoid, turunan asam sinamat, kumarin, tokoferol dan asam-asam organik polifungsional dan juga mengandung betakaroten. Betakaroten memiliki aktivitas sebagai provitamin A yang berguna untuk menangkal serangan radikal bebas penyebab berbagai penyakit degeneratif (Susanto, et al. 2011). Menurut Winarti (2008), pada pembuatan *fruit leather* adanya bahan pengikat berpengaruh terhadap tekstur dan kenampakan. Xanthan gum adalah salah satu hidrokoloid yang dapat digunakan sebagai

bahan pengikat dalam proses pembuatan *fruit leather* karena xanthan gum memiliki viskositas yang baik pada konsentrasi yang rendah, jika dibandingkan dengan karagenan, xanthan gum tidak mengalami sineresis. Menurut Kuntz, LA (1999) Xanthan gum memberikan kontribusi yang sangat berarti dalam penyediaan serat terlarut (*soluble fiber*). Pemilihan variasi konsentrasi pada penambahan xanthan gum merujuk pada batas penggunaan xanthan gum untuk *confectionery* yaitu 0,1%-0,5% (Lee, B. 2002). Pemilihan konsentrasi 0,1% dimaksudkan untuk melihat pengaruh dari konsentrasi terendah, 0,3% untuk konsentrasi menengah, dan 0,5% untuk konsentrasi tertinggi

Selanjutnya dari penelitian ini akan diketahui pengaruh penambahan xanthan gum (0,1%; 0,3%; 0,5%) sebagai bahan pengikat terhadap karakteristik fisik dan kimia, serta organoleptik pada *fruit leather* apel Manalagi, dan berapa konsentrasi penambahan xanthan gum terbaik ditinjau dari karakteristik fisik dan kimia, serta organoleptiknya.

BAHAN DAN METODE

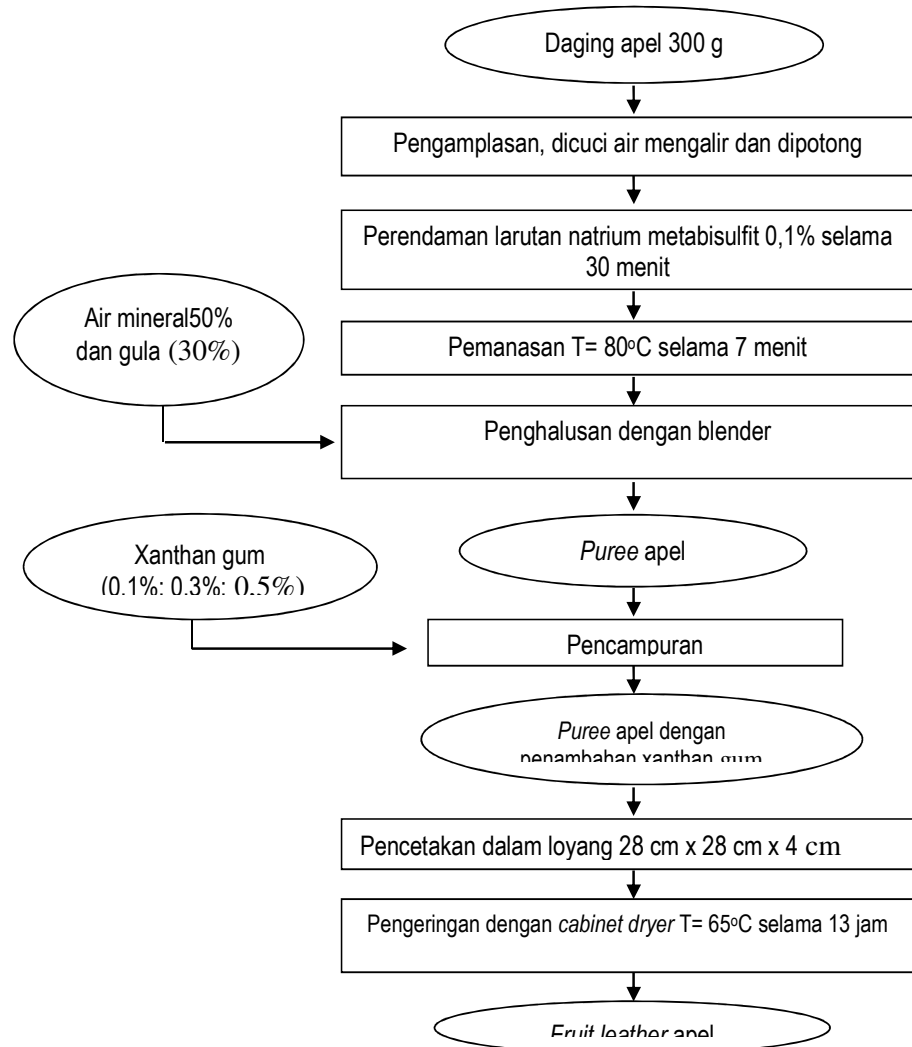
1. Bahan

Bahan yang digunakan adalah buah apel Manalagi (*Malus sylvestris mill*) spesifikasi ukuran berat 55-80 gram per buah. Xanthan gum dan Natrium metabisulfit ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$). Bahan-bahan kimia yang digunakan antara lain buffer Na-phospat, enzim thermamyl, enzim pepsin, asam klorida (HCl), natrium hidroksida (NaOH), etanol 95%, aseton (CH_3)₂CO sedangkan untuk analisis antioksidan yaitu metanol atau *aquadest* dan larutan DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 0,004%.

2. Alat

Alat utama yang digunakan dalam proses pembuatan *fruit leather* apel adalah *cabinet dryer*, timbangan analitik, *steamer* dan *blender*.

3. Diagram Alir Pembuatan *Fruit leather* Apel Manalagi



Gambar 1: Diagram Alir Pembuatan *Fruit leather* Apel
Modifikasi dari Ramadhan (2014).

4. Formulasi

Formulasi yang digunakan dalam pembuatan *fruit leather* apel dapat dilihat pada Tabel berikut :

Tabel 1. Formulasi Pembuatan *Fruit Leather* Apel Manalagi

Bahan	Formulasi (%)			
	Kontrol	A1	A2	A3
Buah apel	100	100	100	100
Xanthan gum*	0	0,1	0,3	0,5
Gula *	30	30	30	30

Keterangan : (*) merupakan % dari *puree* apel

5. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian menggunakan pola rancangan acak lengkap (RAL), dengan satu faktor yaitu perlakuan penambahan xanthan gum pada *fruit leather* apel. Data yang diperoleh dianalisis dengan metode *one way analysis of variance* (ANOVA), jika terdapat perbedaan antar perlakuan maka dilanjutkan dengan uji beda nyata menggunakan analisis *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf signifikan $\alpha = 0,05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakteristik Fisik dan Kimia *Fruit Leather* Apel Manalagi dengan penambahan Xanthan gum.

Hasil pengujian karakteristik fisik dan kimia *fruit leather* apel Manalagi dapat dilihat pada Tabel 2 berikut :

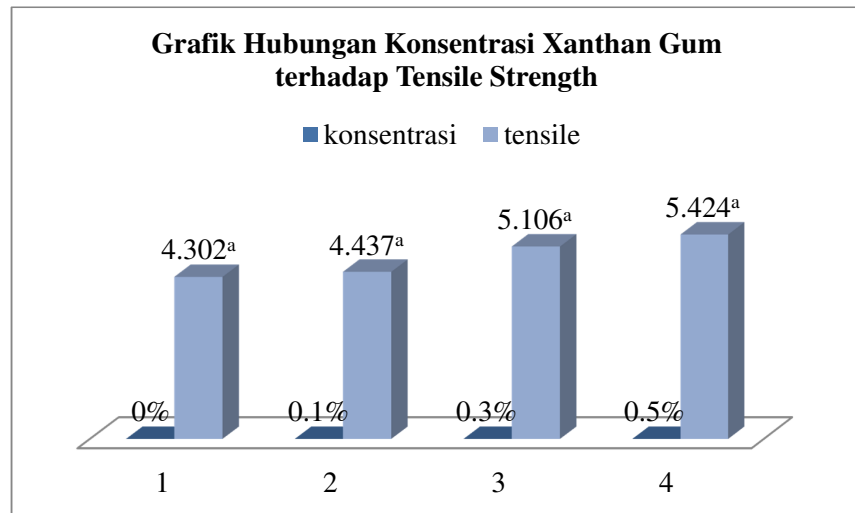
Tabel 2. Karakteristik Fisik dan Kimia *Fruit Leather* Apel Manalagi dengan Penambahan Xanthan Gum

Sampel	Karakteristik Fisik dan Kimia				
	Kuat tarik (N)	Kadar abu (%)	Kadar air (%)	Antioksidan (%)	Serat pangan (%)
Kontrol	4,302 ^a	0,384 ^a	18,050 ^b	10,873 ^a	6,938 ^a
XG 0,1%	4,437 ^a	0,454 ^{ab}	14,394 ^{ab}	12,972 ^a	7,308 ^b
XG 0,3%	5,106 ^a	0,570 ^{bc}	13,371 ^a	10,601 ^a	7,615 ^c
XG 0,5%	5,424 ^a	0,687 ^c	12,479 ^a	13,191 ^a	7,849 ^d

Keterangan: Notasi yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$

a. Kuat Tarik (*tensile strength*)

Analisis sifat fisik *fruit leather* apel Manalagi dilakukan dengan menggunakan instrumen *Lloyd Instrument Testing*. Pengujian kuat tarik dilakukan dengan cara menarik *fruit leather* berdasarkan gaya (F_{max}) hingga putus. Berdasarkan Gambar 4.1 nilai kuat tarik *fruit leather* apel tanpa penambahan xanthan gum sebesar 4,302 Newton, sedangkan kenaikan nilai kuat tarik terjadi setelah penambahan xanthan gum untuk semua variasi konsentrasi. Nilai kuat tarik terbesar pada *fruit leather* dengan penambahan xanthan gum 0,5% dengan nilai kuat tarik sebesar 5,424 Newton. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Ramadhan (2014), dimana nilai kuat tarik pada *fruit leather* kulit buah naga daging super merah tanpa penambahan xanthan gum sebesar 2,5419 N dan nilai kuat tarik terbesar pada penambahan xanthan gum 0,3% sebesar 8,5077 N sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi xanthan gum yang ditambahkan ke dalam *fruit leather* maka semakin tinggi kuat tarik pada *fruit leather* tersebut.

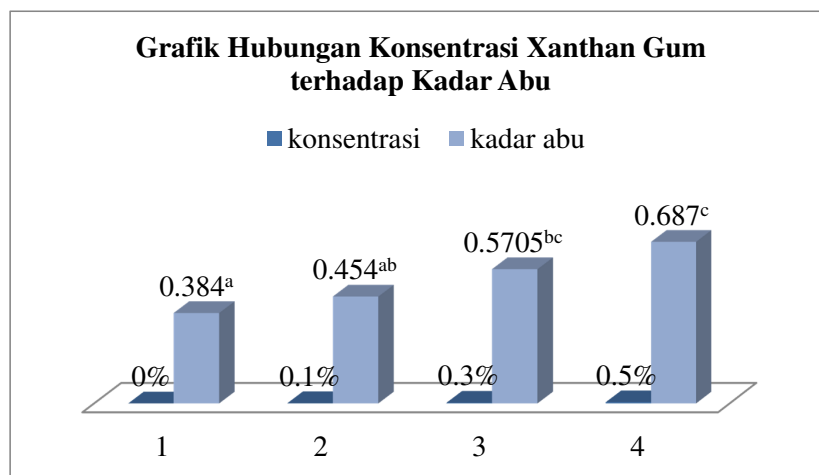


Gambar 4.1 Kuat Tarik (*Tensile Strength*) *Fruit Leather* Apel Manalagi dengan Penambahan Xanthan Gum

Kenaikan nilai kuat tarik (*tensile strength*) menunjukkan bahwa tekstur *fruit leather* semakin liat dan sulit putus pada saat proses pengujian menggunakan *Lloyd Instrument Testing*, sebaliknya jika nilai kuat tarik (*tensile strength*) semakin lunak dan mudah putus. Tekstur *fruit leather* umumnya dipengaruhi oleh kandungan air dan suhu pengeringan. Suhu yang tinggi dan lama pengeringan akan menghasilkan kadar air yang rendah dan tekstur yang kuat. Selain itu menurut Winarti S (2008) adanya bahan pengikat dalam pembuatan *fruit leather* akan berpengaruh terhadap kualitas *fruit leather* yang dihasilkan terutama tekstur dan kenampakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan xanthan gum dengan konsentrasi 0,1%; 0,3%; dan 0,5% tidak memberikan hasil yang beda nyata terhadap kuat tarik (*tensile strength*).

b. Kadar Abu

Menurut Sudarmadji, et al. (1997), analisis kadar abu digunakan untuk mengetahui mineral yang tidak dapat terbakar dari bahan organik melalui proses pembakaran. Penentuan kadar abu total dapat digunakan untuk berbagai tujuan, antara lain untuk menentukan baik atau tidaknya suatu pengolahan, mengetahui jenis bahan yang digunakan, dan sebagai penentu parameter nilai gizi suatu bahan makanan (Astuti, PH dan Asri Rahmawati. 2012). Hasil pengujian kadar abu *fruit leather* apel Manalagi dapat dilihat pada Gambar 4.2



Gambar 4.2 Kadar Abu *Fruit leather* Apel Manalagi dengan Penambahan Xanthan Gum

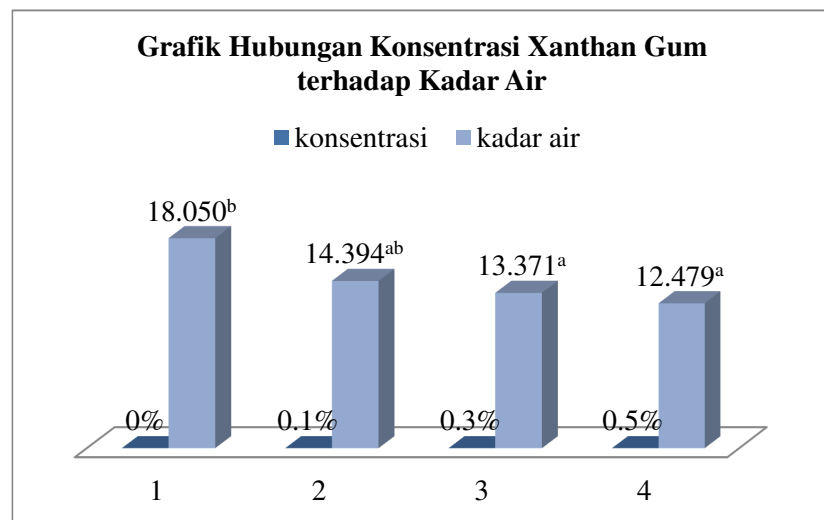
Berdasarkan Gambar 4.2 penambahan xanthan gum pada *fruit leather* apel Manalagi dapat meningkatkan kadar abu *fruit leather*, kenaikan ini dikarenakan dalam xanthan gum terkandung beberapa mineral antara lain kalsium 0,35-0,65%, potassium 0,40-0,56%, dan 0,55-0,69% sodium (Lee, B. 2002). Peningkatan kadar abu berbanding lurus dengan konsentrasi penambahan xanthan gum. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kadar abu terbaik diperoleh pada *fruit leather* apel Manalagi yang tidak ditambahkan xanthan gum sebesar 0,384%. Rendahnya kadar abu ini menunjukkan bahwa kandungan mineral rendah sehingga diperoleh mutu yang baik. Menurut Garcia, et al (2000), kadar abu yang terkandung dalam xanthan gum mencapai 7-12%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan xanthan gum dengan konsentrasi 0,1%; 0,3%; dan 0,5% memberikan hasil yang beda nyata terhadap kadar abu *fruit leather* apel Manalagi.

c. Kadar Air

Kandungan air dalam bahan makanan ikut menentukan daya terima, kesegaran dan daya tahan bahan itu sendiri (Winarno, FG. 2008). Tinggi rendahnya kandungan air dalam bahan pangan dipengaruhi oleh beberapa hal diantaranya kandungan kimia, seperti gugus protein, polisakarida ataupun serat. Selain itu adanya senyawa pengikat, penambahan bahan pemanis juga dapat mempengaruhi kandungan air dalam bahan pangan tersebut. Serat (polisakarida) dalam bahan pangan juga berpengaruh dalam proses penyerapan air. Hal ini terjadi karena di dalam serat terdapat cukup banyak gugus hidroksil bebas yang bersifat polar (Winarti, S. 2010).

Menurut Kusnandar F (2010), penambahan gula dalam pembuatan *fruit leather* dapat menurunkan kadar air. Sifat higroskopis gula sederhana menunjukkan kemampuan gula dalam mengikat air sehingga jumlah air bebas yang menguap

akan berkurang. Sifat ini disebabkan oleh adanya gugus polihidroksil yang mampu membentuk ikatan hidrogen dengan air. Air yang terukur sebagai kadar air adalah air bebas dan air teradsorpsi, dimana air ini merupakan air yang terikat dalam jaringan hidrokoloid (Winarno, FG. 2008). Pengujian kadar air yang dilakukan pada saat penelitian menggunakan metode thermogravimetri yaitu dengan mengeringkan *fruit leather* pada suhu 105°C (kadar air <20%) hingga berat bahan menjadi konstan. Bobot kadar air dikatakan konstan jika selisih timbangan tidak melebihi 0,2 mg. Hasil pengujian kadar air *fruit leather* apel Manalagi dapat dilihat pada Gambar 4.3.



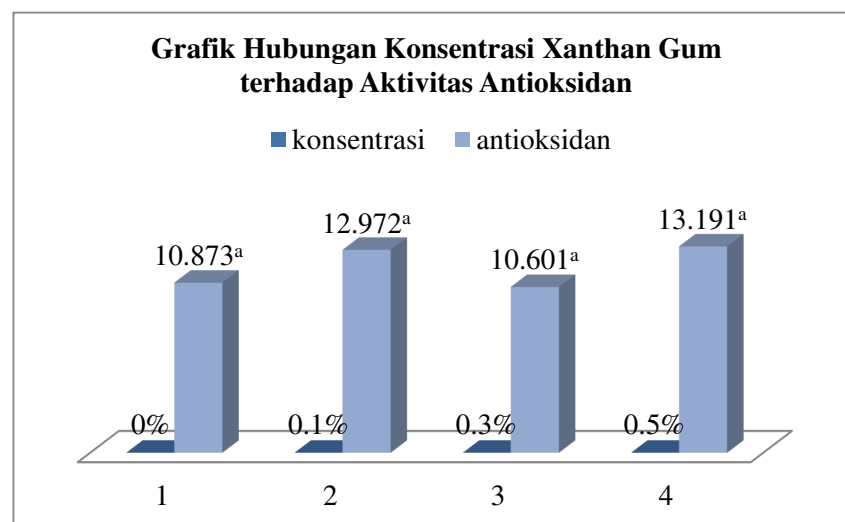
Gambar 4.3 Kadar Air *fruit leather* Apel Manalagi dengan Penambahan Xanthan Gum

Berdasarkan Gambar 4.3 pada *fruit leather* apel tanpa penambahan xanthan gum berbeda nyata dengan *fruit leather* dengan penambahan xanthan gum konsentrasi 0,3% dan 0,5%, namun pada semua konsentrasi penambahan xanthan gum tidak mengalami beda nyata pada taraf signifikansi 0,05. Kadar air *fruit leather* apel Manalagi tanpa penambahan xanthan gum sebesar 18,050%, sedangkan penurunan kadar air *fruit leather* terjadi setelah adanya penambahan xanthan gum, sehingga dapat disimpulkan bahwa penambahan xanthan gum dapat menurunkan kadar air *fruit leather* apel Manalagi dikarenakan xanthan gum adalah polisakarida yang memiliki gugus polar sehingga air dapat membentuk ikatan hidrogen dengan gugus hidroksil (-OH), selain itu kemampuan xanthan gum dapat mengikat air hingga 32.300 ± 1100 g H₂O/100 gram solid seperti yang dikemukakan oleh Cui (2000). Semakin besar penambahan konsentrasi xanthan gum maka semakin rendah kadar air yang terkandung dalam *fruit leather* apel Manalagi. Hasil pengujian kadar air yang telah dilakukan menunjukkan bahwa kadar air *fruit leather* apel Manalagi telah memenuhi standar SNI (Standar Nasional Indonesia) syarat mutu

manisan kering yang baik yaitu maksimal kadar air yang terkandung dalam bahan 25% (b/b).

d. Aktivitas Antioksidan

Metode penangkal radikal bebas merupakan pengukuran penangkalan radikal bebas sintetik dalam pelarut organik polar seperti metanol, pada suhu kamar oleh suatu senyawa yang mempunyai aktivitas antioksidan. Proses penangkalan radikal bebas ini melalui mekanisme pengambilan atom hidrogen dari senyawa antioksidan oleh radikal bebas sehingga radikal bebas menangkap satu elektron dari antioksidan. Radikal bebas sintetik yang digunakan adalah DPPH, senyawa ini bereaksi dengan senyawa antioksidan melalui pengambilan atom hidrogen dari senyawa antioksidan untuk mendapatkan pasangan elektron. Keberadaan sebuah antioksidan dimana dapat menyumbangkan elektron kepada DPPH, menghasilkan warna kuning yang merupakan ciri spesifik dari reaksi radikal DPPH (Kiay, et al. 2011). Senyawa yang memiliki kemampuan penangkal radikal umumnya merupakan pendonor hidrogen (H), sehingga atom H tersebut dapat ditangkap oleh radikal DPPH untuk berubah menjadi bentuk netralnya. Kadar antioksidan hasil pengujian pada *fruit leather* apel Manalagi dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Aktivitas Antioksidan *Fruit leather* Apel Manalagi dengan Penambahan Xanthan Gum

Berdasarkan gambar 4.4 hasil pengujian kadar antioksidan *fruit leather* apel Manalagi tidak menunjukkan adanya perbedaan nyata antara *fruit leather* yang ditambahkan xanthan gum dengan *fruit leather* yang tidak ditambahkan xanthan gum, namun terjadi penurunan pada penambahan xanthan gum konsentrasi 0,3% sebesar 10,601%. Penurunan aktivitas antioksidan tersebut dikarenakan saat proses pemanasan menyebabkan senyawa antioksidan pada bahan tidak stabil.

Salah satu faktor yang sangat mempengaruhi aktivitas antioksidan adalah suhu, proses pengeringan (dipanggang dalam oven) dapat menyebabkan penurunan kandungan antioksidan (Widyanto dan Nelistya, 2008).

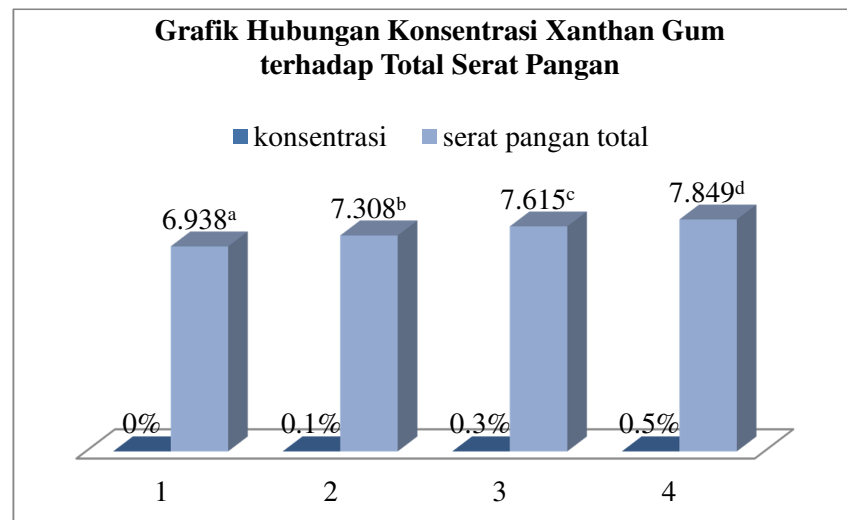
Ramdani (2013) menyatakan bahwa proses pemanasan dapat menurunkan aktivitas antioksidan pada produk manisan pepaya, aktivitas antioksidan paling kecil terdapat pada ekstrak manisan pepaya suhu pemanasan 80°C sedangkan aktivitas antioksidan paling besar terdapat pada ekstrak manisan pepaya suhu pemanasan 50°C. Selain itu, menurut Cempaka (2014) jenis pengolahan seperti apel segar, jus apel (*juicer*) dan *smoothie* apel (*blending*) dapat mempengaruhi kadar quercetin yang bertindak sebagai antioksidan alami pada buah apel Manalagi, rata-rata kadar quercetin yang dihasilkan masing-masing sebesar 406,57 mg/L; 185,22 mg/L dan 118,12 mg/L. Aktivitas antioksidan *fruit leather* apel Manalagi memiliki aktivitas antioksidan yang rendah. Menurut Wulansari (2001) aktivitas antioksidan yang tinggi jika aktivitas antioksidan >50%, aktivitas antioksidan sedang 20%-50% dan aktivitas antioksidan rendah < 20%.

e. Total Serat Pangan

Serat pangan adalah bagian dari komponen bahan pangan nabati yang tidak dapat dicerna oleh saluran pencernaan makanan. Serat pangan total (*total dietary fiber*) terbagi ke dalam dua kelompok yaitu serat pangan larut (*soluble dietary fiber*) dan serat pangan tak larut (*unsoluble dietary fiber*). Serat pangan larut diartikan sebagai serat pangan yang dapat larut dalam air dan dapat terendapkan oleh air yang telah dicampur dengan empat bagian etanol. Sedangkan serat pangan tak larut diartikan sebagai serat pangan yang tidak larut dalam air panas maupun dingin.

Winarno, FG (1997) menyatakan bahwa total serat yang tidak dapat larut adalah 1/5 – 1/2 dari jumlah total serat. Serat yang larut dalam air bersifat mudah dicerna, dan yang tergolong dalam jenis serat ini seperti pektin (misalnya buah apel, strawberi, jeruk), musilase (misalnya agar-agar dari rumput laut) dan gum (misalnya biji-bijian, kacang-kacangan, dan rumput laut). Sedangkan serat yang tidak larut dalam air tidak mudah dicerna oleh tubuh, dan yang tergolong dalam serat tidak larut adalah selulosa (misalnya wortel, bit, umbi-umbian, bekatul), hemiselulosa (didapat pada kulit ari yang menutupi beras atau gandum), dan lignin (terdapat pada batang, kulit, dan daun sayur-sayuran).

Hasil analisis total serat pangan yang terkandung dalam *fruit leather* apel Manalagi dapat dilihat pada Gambar 4.5



Gambar 4.5 Total Serat Pangan *Fruit leather* Apel Manalagi dengan Penambahan Xanthan Gum

Xanthan gum memberikan kontribusi yang sangat berarti dalam penyediaan serat terlarut (Kuntz, LA.1999). Penambahan xanthan gum dalam formula *fruit leather* disamping untuk meningkatkan sifat fungsional juga sebagai sumber serat terlarut. Jumlah serat terlarut dari berbagai jenis gum rata-rata diatas 75% (Wade AM, 2005). Berdasarkan Gambar 4.5 hasil pengujian total serat makanan *fruit leather* apel Manalagi menunjukkan adanya perbedaan nyata antara *fruit leather* apel Manalagi dengan penambahan xanthan gum dan tanpa penambahan xanthan gum. Kandungan total serat makanan *fruit leather* apel Manalagi tanpa penambahan xanthan gum sebesar 6,938%, sedangkan total serat makanan tertinggi terdapat pada *fruit leather* apel Manalagi dengan penambahan xanthan gum 0,5% yaitu sebesar 7,849%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi xanthan gum, semakin besar pula kandungan serat makanan dalam *fruit leather* apel Manalagi yang dihasilkan.

2. Karakteristik Organoleptik *Fruit Leather* Apel Manalagi dengan Penambahan Xanthan gum

Pada produk pangan analisis organoleptik atau pengujian dengan indra atau pengujian organoleptik sangat penting karena selera manusia sangat menentukan dalam penerimaan dan nilai suatu produk. Analisis organoleptik adalah suatu proses identifikasi, pengukuran ilmiah, analisis, interpretasi atribut-atribut produk melalui lima panca indra manusia (Setyaningsih, D. et al. 2010). Hasil pengujian karakteristik organoleptik *fruit leather* apel Manalagi dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Karakteristik Organoleptik *Fruit Leather* Apel Manalagi dengan penambahan Xanthan Gum

Sampel	Parameter				
	Warna	Aroma	Rasa	Tekstur*	Overall
Kontrol	3,50 ^a	2,57 ^a	3,60 ^a	2,90 ^{ab}	3,17 ^a
XG 0,1%	3,43 ^a	2,70 ^a	3,93 ^a	3,43 ^{ab}	3,6 ^{ab}
XG 0,3%	3,73 ^a	2,73 ^a	3,90 ^a	3,57 ^b	3,77 ^b
XG 0,5%	3,93 ^a	2,80 ^a	3,80 ^a	2,80 ^a	3,17 ^a

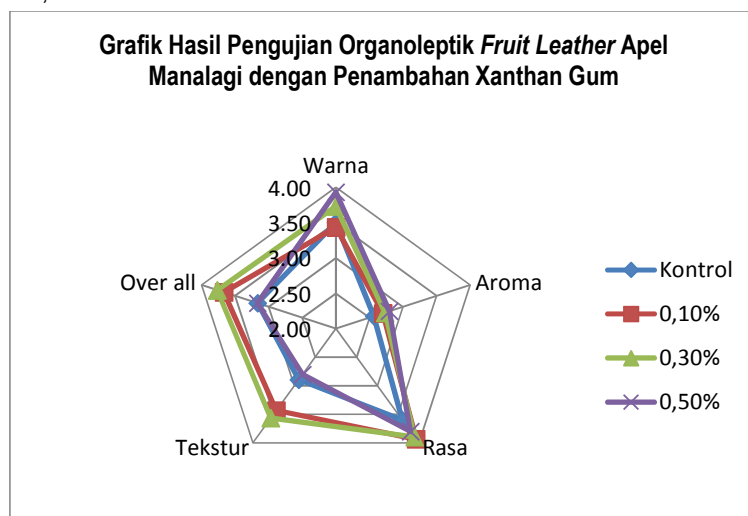
Keterangan: notasi yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$. *tekstur saat dikunyah dan digigit

1. tidak suka 2. Agak tidak suka 3. Netral 4. Suka 5. Sangat suka.

a. Warna

Menurut deMan, JM (1997), warna merupakan faktor kualitas yang penting bagi makanan. Analisis atribut warna *fruit leather* apel Manalagi dilakukan dengan menggunakan uji kesukaandengan metode *scoring*. Hasil pengujian tingkat kesukaan panelis terhadap atribut warna *fruit leather* apel Manalagi dapat dilihat pada Gambar 4.6.

Pada analisis organoleptik, diketahui jika tingkat penerimaan konsumen pada warna *fruit leather* apel Manalagi tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi 0,05. Padatersebutdapat dilihat bahwa tingkat kesukaan panelis terhadap warna *fruit leather* apel Manalagi berbanding lurus dengan penambahan xanthan gum pada semua konsentrasi. Nilai kesukaan panelis terendah pada *fruit leather* apel Manalagi tanpapenambahan xanthan gum yaitu sebesar 3,43. Sedangkan nilai kesukaan tertinggi pada *fruit leather* apel Manalagi dengan penambahan konsentrasi xanthan gum 0,5% yaitu sebesar 3,93.



Gambar 4.6. Hasil Pengujian organoleptik *Fruit Leather* Apel Manalagi dengan Penambahan Xanthan Gum.

b. Aroma

Aroma adalah salah satu atribut organoleptik yang diujikan pada pengujian organoleptik *fruit leather*, aroma merupakan salah satu sifat sensoris yang ingin dipertahankan. Tingkat kesukaan panelis terendah terdapat pada *fruit leather* apel Manalagi tanpa penambahan xanthan gum dengan nilai 2,57, sedangkan tingkat kesukaan tertinggi pada *fruit leather* apel Manalagi dengan penambahan xanthan gum 0,5% dengan nilai 2,8.

c. Rasa

Rasa dalam makanan dikenali sebagai suatu stimulus yang diterima oleh indera pengecap. Tingkat kesukaan panelis pada parameter rasa *fruit leather* apel Manalagi dengan penambahan xanthan gum dapat dilihat pada Gambar 4.6. Rasa pada *fruit leather* apel Manalagi tidak jauh berbeda antara *fruit leather* apel Manalagi yang ditambahkan xanthan gum ataupun tanpa penambahan xanthan gum. Hal ini ditunjukkan pula pada nilai kesukaan terhadap rasa yang tidak menunjukkan perbedaan nyata pada taraf signifikansi 0,05. Tidak adanya perbedaan nyata dikarenakan xanthan gum memiliki rasa yang netral. Atribut rasa pada *fruit leather* apel Manalagi tanpa penambahan xanthan gum sebesar 3,6, sedangkan penurunan nilai *fruit leather* terjadi setelah adanya penambahan xanthan gum.

d. Tekstur

Tekstur makanan dapat dievaluasi dengan uji mekanika (metode instrumen) atau dengan analisis secara penginderaan. Penambahan xanthan gum meningkatkan nilai kesukaan panelis terhadap atribut tekstur *fruit leather*, peningkatan mengakibatkan semakin liat tekstur *fruit leather*. Nilai kesukaan panelis (Gambar 4.6) tertinggi terdapat pada *fruit leather* apel Manalagi dengan penambahan xanthan gum pada konsentrasi 0,3% sebesar 3,57 dan nilai terendah pada konsentrasi 0,5% sebesar 2,8. Menurut Sibuea (2000) dengan meningkatnya jumlah xanthan gum berarti meningkat pula jumlah pati, sehingga tekstur menjadi keras karena granula pati bertambah.

e. Overall

Kesukaan konsumen pada suatu produk biasanya dipengaruhi oleh beberapa faktor atau secara keseluruhan dapat diterima. Dari hasil pengujian diketahui bahwa tingkat kesukaan panelis *fruit leather* apel Manalagi yang tidak ditambahkan xanthan gum berbeda nyata dengan *fruit leather* apel Manalagi yang ditambahkan xanthan gum konsentrasi 0,3%. Pada *fruit leather* penambahan xanthan gum dengan konsentrasi 0,3% dan 0,5% terdapat perbedaan nyata pada taraf signifikansi 0,05 sedangkan tidak ada perbedaan nyata pada *fruit leather* apel Manalagi dengan penambahan xanthan gum pada

konsentrasi 0,1% dan 0,5%. Secara keseluruhan tingkat penerimaan tertinggi terdapat pada *fruit leather* dengan penambahan xanthan gum 0,3% sebesar 3,77.

3. Penentuan *Fruit leather* Apel Manalagi yang Terpilih

Pemilihan rekomendasi *fruit leather* apel Manalagi yang dilakukan pada penelitian ini didasarkan atas kelompok dari karakteristik mutu secara fungsional, yakni sifat fisik dan kimia serta karakteristik mutu secara psikologi yakni karakteristik sensori. Untuk setiap jenis produk pangan harus ditentukan sifat paling menonjol dalam mempengaruhi mutu secara keseluruhan (Muhandri dan Kadarisman, 2008). Dalam penelitian ini ditentukan *fruit leather* apel Manalagi yang terpilih berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan. Hasil pemilihan *fruit leather* apel Manalagi dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Karakteristik Fisik dan Kimia serta Organoleptik *Fruit Leather* Apel Manalagi dengan Penambahan Xanthan Gum

Karakteristik	Penambahan xanthan gum			
	kontrol	0,1%	0,3%	0,5%
Kuat tarik	4,302 ^a	4,437 ^a	5,106 ^a	5,425 ^a
Kadar abu (db)	0,384 ^a	0,454 ^{ab}	0,570 ^{bc}	0,687 ^c
Kadar air (db)	18.050 ^b	14.394 ^{ab}	13.371 ^a	12.479 ^a
Antioksidan	10,873 ^a	12,972 ^a	10,601 ^a	13,191 ^a
Total serat pangan (db)	6,938 ^a	7,308 ^b	7,615 ^c	7,849 ^d
Warna	3,50 ^a	3,43 ^a	3,73 ^a	3,93 ^a
Aroma	2,57 ^a	2,70 ^a	2,73 ^a	2,80 ^a
Rasa	3,60 ^a	3,93 ^a	3,90 ^a	3,80 ^a
Tekstur*	2,90 ^{ab}	3,43 ^{ab}	3,57 ^b	2,80 ^a
Overall	3,17 ^a	3,6 ^{ab}	3,77 ^b	3,17 ^a

Keterangan : notasi yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata pada signifikansi α 0,05.

1. tidak suka 2. Agak tidak suka 3. Netral 4. Suka 5. Sangat suka

Pada Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa *fruit leather* apel Manalagi yang terpilih sebagai rekomendasi terbaik adalah *fruit leather* apel Manalagi dengan perlakuan penambahan xanthan gum dengan konsentrasi 0,5%. Pemilihan rekomendasi untuk *fruit leather* apel Manalagi dengan penambahan 0,5% xanthan gum berdasarkan atas hasil pengujian. Hasil pengujian *fruit leather* apel Manalagi dengan penambahan 0,5% xanthan gum menunjukkan nilai-nilai terbaik jika dibandingkan dengan *fruit leather* apel Manalagi tanpa penambahan xanthan gum (kontrol), dengan penambahan xanthan

gum 0,1%, dan 0,3%. Diantara 10 karakteristik pengujian, 5 diantaranya menunjukkan bahwa *fruit leather* apel Manalagi dengan penambahan xanthan gum 0,5% adalah yang terbaik. Karakteristik tersebut diantaranya kadar air, aktivitas antioksidan, total serat pangan, atribut warna, dan atribut aroma.

Nilai kadar air *fruit leather* apel Manalagi dengan penambahan xanthan gum 0,5% lebih rendah dibandingkan dengan *fruit leather* lainnya yakni sebesar 12,479%. Nilai kadar air tersebut menunjukkan bahwa xanthan gum sebagai bahan pengikat mampu mengikat air sehingga dapat mencegah pertumbuhan mikroba dan dapat menambah umur simpan *fruit leather*.

Aktivitas antioksidan pada *fruit leather* apel Manalagi dengan penambahan xanthan gum 0,5% memiliki nilai tertinggi yaitu 13,191%. Kandungan antioksidan ini menambah nilai plus pada produk *fruit leather* sebagai pangan fungsional. Hal ini lebih ditujukan untuk membantu penurunan resiko, perlambatan atau pencegahan penyakit tertentu terutama penyakit degeneratif dan meningkatkan daya tahan tubuh.

Kandungan serat pangan pada *fruit leather* apel Manalagi tertinggi pada penambahan xanthan gum konsentrasi 0,5% sebesar 7,849%. Kandungan serat pangan dalam *fruit leather* ini dapat menjadi salah satu alternatif bahan pangan sumber serat yang dapat dikonsumsi setiap hari. Menurut Sulistiyani (1999) orang dewasa sehat dianjurkan mengkonsumsi serat makanan paling sedikit 20-25 gr per 1000 kalori. Serat makanan mempunyai manfaat dan pengaruh yang menguntungkan diantaranya adalah mengurangi waktu transit, menunda kosongnya lambung dan mengakibatkan pengurangan tingginya gula darah setelah makan, meningkatkan kepuasan makan, meningkatkan berat feses, meningkatkan sekresi pankreas, dan menguntungkan pertumbuhan mikroflora usus. Sedangkan berdasarkan hasil pengujian organoleptik pada *fruit leather* apel Manalagi dengan penambahan xanthan gum 0,5% diperoleh tingkat kesukaan panelis terbaik pada atribut warna dan aroma sebesar 3,93% dan 2,8%.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan xanthan gum memberikan pengaruh terhadap karakteristik fisik dan beberapa sifat kimia *fruit leather* Apel Manalagi, diantaranya kadar abu, kadar air, dan total serat pangan, namun untuk karakteristik kuat tarik dan aktivitas antioksidan tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi 0,05. Sifat kimia yang mengalami peningkatan akibat penambahan xanthan gum adalah : kadar abu, dan total serat makanan (nilai kadar abu 0,384% - 0,687%; nilai total serat makanan 6,938% - 7,849%). Selain adanya peningkatan nilai pada beberapa karakteristik kimia, penambahan xanthan gum berpengaruh terhadap penurunan nilai kadar air sebesar 18,050% menjadi 12,479% (db). Sedangkan nilai aktivitas antioksidan mengalami

penurunan pada perlakuan penambahan xanthan gum konsentrasi 0,3% yaitu sebesar 10,601%, dan nilai aktivitas antioksidan terbesar pada *fruit leather* pada penambahan xanthan gum 0,5% sebesar 13,191%.

2. Penambahan xanthan gum (0,1%; 0,3%; 0,5%) tidak memberikan pengaruh nyata pada seluruh karakteristik organoleptik *fruit leather* apel Manalagi (warna, aroma, rasa), kecuali tekstur, dan *overall*.
3. Hasil pengujian karakteristik fisik dan kimia menunjukkan penambahan xanthan gum konsentrasi terbaik adalah 0,5%.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, maka saran untuk produksi Fruit Leather apel Manalagi adalah sebagai berikut :

1. Produksi Fruit Leather berdasarkan formula A3 (Apel 100%, Xanthan Gum 0,5 %, Gula 30%), karena dari karakteristik fisik kuat tarik (5,4245 N) tertinggi, dari karakteristik kimia (kadar abu, kadar air, antioksidan dan total serat pangan) tertinggi, dari karakteristik organoleptik (warna, aroma, rasa) disukai, kecuali tekstur, dan *overall*.
2. Produksi Fruit Leather berdasarkan formula A2 (Apel 100%, Xanthan Gum 0,3%, Gula 30%), hanya unggul dalam tekstur dan *over all*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawyah. 2007. Pengeringan dan Pengawetan. PT Bumi Aksara. Jakarta
- Asben A. 2007. Peningkatan Kadar Iodium dan Serat Pangan dalam Pembuatan Fruit leathers Nenas (*Ananas Comosus* Merr) dengan Penambahan Rumput Laut. (Penelitian Dosen Muda) Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang
- Asp NG, Johanson CG, Halmer H, dan Sijelstrom M. 1983. Rapid Enzymatic Assay of Insoluble and Soluble Dietary Fiber. *Journal Agriculture Food Chemical* Vol. 31, Page 476 – 482.
- Astuti PH dan Asri Rahmawati. 2012. Pemanfaatan Kulit Buah Naga (Dragon Fruit) Sebagai Pewarna Alami Makanan Pengganti Pewarna Sintetis. *Jurnal Bahan Alam Terbuka* ISSN 2303-0623.
- Buckle KA, RA Edward, GH Fleet, M Wootton. 1987. Ilmu Pangan. Terjemahan Hadi Purnomo dan Adiono. UI Press, Jakarta
- Cempaka AR, Sanarto Santoso, Laksmi KT. 2014. Pengaruh Metode Pengolahan (Juicing dan Blending) terhadap Kandungan Quercetin Berbagai Varietas Apel Lokal dan Import (*Mallus domestica*). *Indonesian Journal of Human Nutrition* Volume 1 Edisi 1: 14-22.
- Cui. 2000. Polysaccharide Gums from Agricultural Products: Processing, Structures and Functionality. CRC Press.
- deMan JM. 1997. Kimia Makanan. Padmawinata, K. penerjemah. Bandung. Institut Teknologi Bandung. Terjemahan dari *Principles of food chemistry*.

- Desrosier. 2008. Teknologi Pengawetan Pangan. Muljohardjo, M, penerjemah. Jakarta Universitas Indonesia. Terjemahan dari The Technology of Food Preservation, third edition.
- DSN-SNI No 1718. 1996. Syarat Mutu Manisan. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Earle RL. 1982. Satuan Operasi dalam Pengolahan Pangan. Sastra Budaya, Bogor.
- Febrianto AM. 2011. Olahan Makanan Kering Leather Mangga. <http://teknologiagroindustri.lecture.ub.ac.id/2011/12/olahan-makanan-kering-leather-mangga>. diakses pada tanggal 15 Mei 2015
- Fitriani S. 2008. Penaruh Suhu dan Lama Pengeringan Terhadap Beberapa Mutu Manisan Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) Kering. SAGU vol 7 No.1: 32-37
- Gaman PM, Sherrington KB. 1992. Ilmu Pangan, Pengantar Ilmu Pangan, Nutrisi dan Mikrobiologi, Murdijati G, et al, penerjemah. Yogyakarta: Penerbit Gajah Mada University Press. Terjemahan dari: The Science of Food, An Introduction to Food Science, Nutrition and Microbiology.
- Garcia FO, VE. Santos JA, Casas E, GoÂmez. 2000. Xanthan Gum: Production, Recovery and Properties. *Biotechnology Advance* 18 (2000) : 549-579.
- Gontard N, Guilbert S, dan Cuq J. 1993. Water and Glycerol as Plasticizer Effect Mechanical and Water Vapor Barrier Properties of an Edible Wheat Gluten Film. *Journal Food and Science*. Vol. 58, No. 1, Page 206 – 211.
- Henriette, Azeredo, Edy S. Brito, Germano EG, Moreira, Virna L, Farias & Laura M, Bruno. 2006. Effect of Drying and Storage Time on the Physico-Chemical Properties of Mango Leathers. *Internasional journal of food science and technology* 2006. 41. 635-638
- Kendall P and J Sofos. 2003. Preparation Leathers and Jerkies. Colorado state University cooperative Extension no.9.311
- Kiay N, Suryanto E, Mamahit L. 2011. Efek Lama Perendaman Ekstrak Kalamansi (*Citrus Microcarpa*) terhadap Aktivitas Antioksidan Tepung Pisang Goroho (*Musa spp.*). *Chem. Prog.* 4, 27-33.
- Kuntz LA. 1999. Food Product Design Special Effects with Gums. Weeks PublishingCompany. www.foodproductdesign.com.
- Kusnandar F. 2010. Kimia Pangan. PT Dian Rakyat. Jakarta
- Lee B. 2002. Xanthan Gum Purified by Recovery with Ethanol GRAS Notification. People's Republic of China.
- Muhandri T, dan Kadarisman D. 2008. Sistem Jaminan Mutu Industri Pangan. IPB-Press : Bogor.
- Nadiah, SS. Noorlaila Ahmad, Mohd Zahid Abidin, Norziah Mohd Hani and Normah Ismail. 2013. Optimization of Hydrocolloids and Maltodextrin Additional on Roselle-based Fruit leather using Two-Level Full factorial Design. *International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics*, Vol 3, No 4, July 2013.
- Novalinda, Dewi dan N Asni. 2011. Citarasa Keripik Pisang pada Beberapa Perlakuan Antioksidan. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jambi

- Raab C and N Oehler. 2000. Making Dried Fruit leather. Oregon State University. Extension service
- Ramadhan. 2014. Kajian Pengaruh Variasi Penambahan Xanthan Gum Terhadap Sifat Fisik, Kimia Serta Organoleptik Fruit leather Kulit Buah Naga Daging super Merah (*Hylocereus costaricensis*). Skripsi Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- RamdaniFP, Geby Dwiyantri, Wiwi Siswaningsih. 2013. Penentuan Aktivitas Antioksidan Buah Pepaya (*Carica papaya* L) dan Produk Olahannya Berupa Manisan pepaya. Jurnal Sains dan Teknologi Kimia UPI. Bandung. ISSN 2007-7412 Vol. 4 No 2.
- Setyaningsih D, Anton, A Maya PS. 2010. Analisis Sensori untuk Industry Pangan dan Agro. Penyunting Sri R. Dede RA. IPB Press. Bogor.
- Sharma BR, Naresh L, NC Dhuldhoya SU, Merchant and UC. 2006. Merchant. Food Promotion Chronicle. Jodhpur-342005, Rajasthan, India. Volume 1(5), Page no. 27-30.
- Sibuea P. 2001. Penggunaan Gum Xanthan pada Substitusi Parsial Terigu dengan Tepung Jagung dalam Pembuatan Roti. Jurnal teknologi dan Industri Pangan, vol XII, No 2 th 2001.
- Subagyo P dan Z Achmad. 2010. Pemungutan Pektin dari Kulit dan Ampas Apel Secara Ekstraksi. UPN Veteran Yogyakarta. Volume X Nomor 2
- SudarmadjiB. Haryono, Suhardi. 1997. Prosedur Analisis untuk Bahan Makanan dan Pertanian Edisi Keempat. Liberty. Yogyakarta.
- Sulistiyan. 1999. Sehat dengan Menu Berserat. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Susanto, Wahono, H dan BR Setyohadi. 2011. Pengaruh Varietas Apel (*Malus sylvestris*) dan Lama Fermentasi oleh Khamir *Saccharomyces cerevisiae* Sebagai Perlakuan Pra-pengolahan Terhadap Karakteristik Sirup. Universitas Brawijaya Malang.
- SwornG. 2000. Xanthan gum. In: Handbook of hydrocolloids. (Phillips G.O. und Williams P.A. Hrsg). Woodhead Publishing Limited, Cambridge England. 103-116.
- Tranggono, Sutardi, Haryadi, Suparno, Murdiati, Sudarmadji, Rahayu, Naruki dan Astuti. 1989. Bahan Tambahan Pangan (Food Additive). Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Universitas Gajah Mada Yogyakarta.
- Wade AM. 2005. Ingredient challenges brushing up on gum. BNP Media. www.PreparedFood.com/CDA/Articleinformation/feature/BNP.
- WidyantoPS. dan A. Nelistya. 2008. Rosella Aneka Olahan, Khasiat, & Ramuan. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Winarno FG. 2008. Kimia Pangan dan Gizi. M-Brio press. Bogor
- Winarno FG. 1997. Kimia Pangan dan Gizi. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Winarti S. 2008. Makanan Fungsional. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Wulansari D. dan Chairul. 2011. Penapisan Aktivitas Antioksidan Dan Beberapa Tumbuhan Obat Indonesia Menggunakan Radikal 2,2-Diphenyl-1Picrylhydrazyl (DPPH). Majalah Obat Tradisional, 16(1), 22 – 25.

PENENTUAN UMUR SIMPAN BISKUIT KENARI DENGAN METODE AKSELERASI PENDEKATAN KADAR AIR KRITIS

Shelf Life Study of Canary Biscuit Using Accelerated Shelf Life Testing (ASLT) Method Based on Critical Moisture Content Approach

Erna Rusliana Muhamad Saleh^{a*}, Irzaman^b, Zulaeha Ma'bud^c, Mustamin Anwar Masuku^a, Walija Amin^d

^aStaf Pengajar Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Khairun Kampus II Universitas Khairun Jl.Raya Pertamina Gambesi Ternate Maluku Utara Indonesia

^bStaf Pengajar Departemen Fisika, FMIPA, IPB
Jl. Raya Darmaga Bogor Jawa Barat Indonesia

^cStaf Pengajar Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Khairun

Kampus II Universitas Khairun Jl.Raya Pertamina Gambesi Ternate Maluku Utara Indonesia

^dMahasiswa Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Khairun

*Email: ernaunkhair@yahoo.com

ABSTRACT

Canary biscuit is a traditional biscuit from Maluku Utara was mainly made from flour, eggs, butter, canary and yeast. In general market, this biscuit has not been included biscuit shelf life on the packaging. The purpose of this study was to determine the self-life of these biscuits using ASLT (Accelerated Self Life Testing) method based on Critical Moisture Content Approach. Shelf life calculation is done with Labuza models. The test results showed the shelf life of canary biscuit at 30°C and RH 78% is 686 days.

ABSTRAK

Biskuit kenari adalah biskuit khas Maluku Utara yang dibuat dengan bahan utama terigu, telur, mentega, kenari, dan ragi. Pada umumnya di pasaran, belum tercantum masa kadaluarsa atau umur simpannya pada kemasan biskuit ini. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan umur simpan biskuit kenari dengan metode ASLT (Accelerated Self Life Testing) menggunakan pendekatan Kadar Air Kritis. Penghitungan umur simpan dilakukan dengan model Labuza. Hasil pengujian diperoleh bahwa umur simpan biskuit kenari pada suhu 30°C dan RH 78% adalah 686 hari.

PENDAHULUAN

Salah satu jenis makanan khas Maluku Utara adalah biskuit kenari. Biskuit kenari diproduksi oleh usaha kecil setempat, namun umumnya belum mencantumkan masa kadaluarsa (*expired date*) padaemasannya. Umur simpan (masa kadaluarsa) merupakan suatu parameter ketahanan produk selama penyimpanan. Salah satu kendala yang selalu dihadapi oleh industri dalam pendugaan masa kadaluarsa suatu produk adalah masalah waktu, karena bagi produsen hal ini akan mempengaruhi jadwal peluncuran suatu produk pangan. Karena itu, metode pendugaan masa kadaluarsa atau umur simpan yang dipilih harus metode yang paling cepat, mudah, memberikan hasil yang tepat, dan sesuai dengan

karakteristik produk pangan yang bersangkutan. Metode penentuan masa kadaluarsa yang selama ini digunakan adalah ESS (*Extended Storage Studies*) dan ASLT (*Accelerated Self Life Testing*) (Floros and Gnanasekharan, 1993).

Metode akselerasi dapat dilakukan dalam waktu yang relatif lebih singkat karena penentuan umur simpan ini dilakukan pada kondisi percobaan yang ekstrim (suhu tinggi, kelembaban di atas atau di bawah kondisi normal penyimpanan) sehingga mempercepat proses penurunan mutu produk. Dengan ekstrapolasi, kecepatan penurunan mutu bisa dihitung berdasarkan persamaan matematis. Keuntungan dari metode ini adalah waktu pengujian yang relatif lebih singkat, namun tetap memiliki ketepatan dan akurasi yang tepat (Arpah, 2001).

Penerapan metode akselerasi perlu memperhatikan karakteristik dan penyebab kerusakan produk yang akan ditentukan umur simpannya. Metode akselerasi dapat dilakukan dengan pendekatan model Arrhenius dan model kadar air kritis (KAK). Model Arrhenius biasanya digunakan untuk produk yang sensitif terhadap perubahan suhu penyimpanan, sedangkan model kadar air kritis biasanya digunakan untuk produk yang mudah rusak karena penyerapan air dari lingkungan selama penyimpanan, misalnya biskuit. Model kadar air kritis memiliki dua pendekatan, yaitu pendekatan kurva sorpsi isotermis dan kadar air kritis termodifikasi (Kusnandar, 2006). Kadar air kritis adalah nilai kadar air pada kondisi dimana produk pangan mulai tidak diterima oleh konsumen secara organoleptik. Penentuan umur simpan dengan menggunakan faktor organoleptik dapat menggunakan parameter sensori (warna, *flavor*, aroma, rasa, dan tekstur) terhadap sampel dengan skala 0–10, yang mengindikasikan tingkat kesegaran suatu produk (Gelman *et al.*, 1990). Pengamatan yang dilakukan oleh Siripatrawan dan Jantawat (2008) pada penentuan masa kadaluarsa snack dari beras dengan memperimbangkan beberapa parameter, yaitu karakteristik produk, jenis kemasan (*Polypropylene* dan *Low Density Polyethylene*) dan kondisi penyimpanan (suhu dan RH).

Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk menentukan masa kadaluarsa biskuit kenari dengan menggunakan metode *Accelerated Shelf Life Testing* berdasarkan pendekatan kadar air kritis. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberi jaminan keamanan pangan bagi konsumen.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cawan petri, timbangan analitik, toples modifikasi, pengepres plastik, oven, desikator, mortar, gelas ukur, dan pencepit logam. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biskuit kenari produk Depot Muhajirin, Kel. Muhajirin Falajawa I Ternate Maluku Utara, garam NaOH (H_2O), garam K_2CO_3 , garam NaCl, garam KCl, garam $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ dan aquades.

Pengukuran Kadar Air Awal (*Moisture Initial, M_i*)

- Cawan bersih kosong dikeringkandalam oven bersuhu kurang lebih 105°C selama satu jam
- Didinginkan dalam desikator selama kurang lebih 15 menit dan ditimbang (W_1).
- Sejumlah 2 gram sampel (W_2) dalam cawan dimasukkan dalam oven bersuhu 105°C selama enam jam sampai mencapai berat konstan.
- Cawan yang berisi sampel didinginkan dalam desikator lalu ditimbang (W_3). Kadar air awal dihitung dengan rumus:

$$KA M_i = \frac{(W_2) - (W_3 - W_1)}{(W_3 - W_1)} gH_2O/g \text{ solid}$$

Pengukuran Kadar Air Kritis (*Moisture Critical, M_c*)

- Sampel disimpan pada suhu ruang.
- Secara periodik (tiap 24 jam) dilakukan uji penerimaan panelis terhadap penampakan produk.
- Setiap hari dilakukan perhitungan rata-rata skor uji penerimaan, hingga rata-rata mencapai nilai 2 (tidak suka) ditetapkan bahwa produk telah berapa pada kondisi kritis.
- Dilakukan pengukuran kadar air kritis dengan metode oven seperti yang dilakukan pada poin 1 di atas. Kemudian kadar air kritis dihitung dengan rumus:

$$KA M_c = \frac{(W_2) - (W_3 - W_1)}{(W_3 - W_1)} gH_2O/g \text{ solid}$$

Penentuan Kurva Sorpsi Isotermis

- Dilakukan preparasi larutan garam jenuh.
- Ditimbang sejumlah garam dan dimasukkan ke dalam *humidic chamber*. Jumlah garam dan air yang diperlukan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah garam dan air untuk preparasi larutan garam jenuh

No.	Jenis Garam	RH (%)	Kuantitas	
			Garam (gram)	Air (mL)
1.	NaOH (H ₂ O)	7	150	85
2.	K ₂ CO ₃	43	200	90
3.	NaCl	76	200	60
4.	KCl	84	200	80
5.	BaCl ₂ .2H ₂ O	90	250	70
6.	Suhu Ruang	78	-	-

- Diaduk dan ditambahkan sejumlah air sampai jenuh untuk menjaga kejenuhan larutan sehingga kelembaban relatif yang dihasilkan tetap dan tidak mengganggu proses sorpsi.
- Humidic chambers* ditutup dan dibiarkan selama 24 jam pada kondisi suhu 30°C.
- Diambil 5 gram produk biskuit kenari yang telah dikemas.

- f. biskuit kenari digantungkan dalam *humidic chamber* yang berisi larutan garam jenuh.
- g. Sampel ditimbang bobotnya secara periodik (tiap 24 jam) sampai diperoleh bobot yang konstan, berarti kadar air kesetimbangan telah tercapai.
- h. Sampel yang telah mencapai berat konstan diukur kadar airnya dengan menggunakan metode oven dan dinyatakan dalam basis kering sepeerti pada poin 1.
- i. Dibuat kurva sorpsi isothermis dengan memplotkan kadar air dan aktivitas air keseimbangan. Aktivitas air (a_w) dihitung dengan membagi nilai RH masing-masing *humidic chambers* dengan 100.

Pendugaan Umur Simpan

Semua parameter yang diukur dan ditetapkan pada tahap sebelumnya, antara lain: M_i , M_c , M_e , k/x , P_o , b , A dan W_s diintegrasikan ke dalam persamaan Labuza (1982) di bawah ini:

$$\theta = \frac{\ln \frac{(M_e - M_i)}{(M_e - M_c)}}{\frac{k}{x} \left(\frac{A}{W_s} \right)^{\frac{P_o}{b}}}$$

Keterangan:

- θ = Waktu perkiraan umur simpan (hari)
- M_e = Kadar air keseimbangan produk (g H₂O/g padatan)
- M_i = Kadar air awal produk (g H₂O/g padatan)
- b = Slope kurva sorpsi isothermis
- M_c = Kadar air kritis (g H₂O/g padatan)
- $\frac{k}{x}$ = Permeabilitas uap air kemasan (g/m².hari.mmHg)
- A = Luas permukaan kemasan (m²)
- W_s = Berat kering produk dalam kemasan (g padatan)
- P_o = tekanan uap jenuh (mmHg)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter Pendukung Umur Simpan

Pendugaan umur simpan terhadap produk biskuit kenari dilakukan dengan metode akselerasi berdasarkan pendekatan kadar air kritis. Pendekatan kadar air kritis yang dipakai terdiri dari dua pendekatan, yaitu pendekatan kurva sorpsi isothermis dan pendekatan kadar air kritis termodifikasi. Penelitian ini membandingkan hasil pendugaan umur simpan yang diperoleh berdasarkan kedua pendekatan dan selanjutnya menentukan pendekatan yang tepat untuk produk biskuit. Biskuit yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari produk yang sudah ada di pasaran yaitu biskuit kenari.

Umur simpan produk ini dihitung melalui persamaan Labuza (1982) adalah umur simpan pada penyimpanan RH 78%. Nilai RH dipilih untuk mewakili kondisi penyimpanan produk oleh konsumen. Melalui persamaan yang diturunkan oleh Labuza (1982) tentang umur simpan terdapat beberapa faktor dalam pendekatan kadar air kritis untuk menentukan umur simpan. Faktor-faktor tersebut adalah kadar air awal produk (M_i), kadar air kritis (M_c),

kadar air kesetimbangan (M_e), konstanta permeabilitas uap air kemasan (k/x), rasio luas kemasan dengan berat kering produk (A/Ws), tekanan uap air jenuh pada kondisi penyimpanan (P_o) dan kemiringan kurva sorpsi isothermis (b).

1. Kadar air awal (*Moisture Initial, M_i*)

Penentuan kadar air awal pada biskuit kenari perlu dilakukan untuk mengetahui kondisi awal produk. Pengukuran kadar air dilakukan terhadap sampel biskuit kenari yang segar yang baru saja dibuka dari kemasan aslinya. Kadar air awal produk juga diperlukan untuk mengetahui berat padatan produk biskuit kenari tersebut.

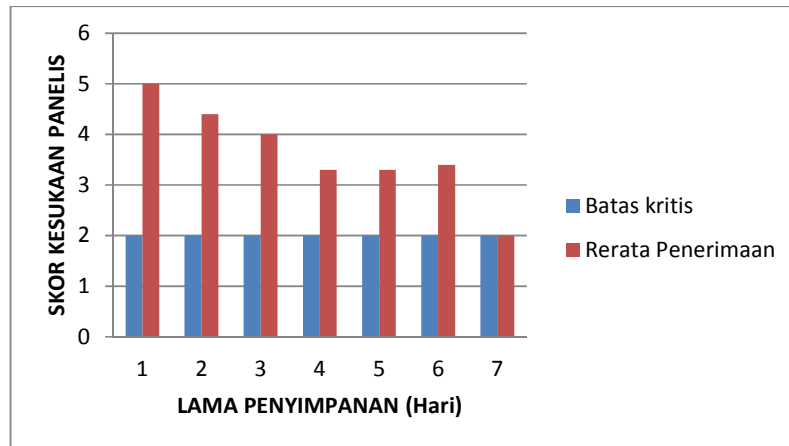
Kadar air awal merupakan kadar air yang dimiliki suatu produk sesaat setelah diproduksi dan siap untuk dipasarkan. Penelitian ini menggunakan metode oven melalui perhitungan basis kering dengan suhu 105°C . Hasil pengujian telah diperoleh bahwa kadar air awal produk sebesar $0.0218\text{g H}_2\text{O/g}$ padatan atau $2.18\% \text{BK}$.

2. Kadar air kritis (*Moisture Critical, M_c*)

Kadar air awal dan kadar air kritis merupakan parameter pertama yang perlu diukur dalam pendugaan umur simpan. Kerenyahan adalah salah satu karakteristik utama dari produk biskuit kenari. Oleh karena itu dalam penelitian ini, diasumsikan bahwa penyebab kerusakan biskuit kenari adalah hilangnya kerenyahan. Ini didasarkan atas pertimbangan bahwa kerusakan biskuit kenari yang paling dominan adalah kehilangan kerenyahan karena adsorpsi uap air produk. Jadi, dalam hal ini kadar air kritis diartikan sebagai kadar air dimana kerenyahan produk sudah tidak dapat diterima lagi oleh konsumen.

Penentuan kadar air kritis ini diawali dengan survei konsumen tentang ketidak sukaan biskuit kenari dan penyebab kerusakan produk biskuit. Hal ini dilakukan untuk mengetahui parameter kritis yang menentukan penolakan konsumen terhadap produk biskuit. Survei dilakukan terhadap 10 orang panelis dimana panelis diminta untuk memilih salah satu yang paling menentukan kerusakan produk biskuit secara umum. Tabel penerimaan panelis selama 7 hari secara umum dapat dilihat pada lampiran 05.

Kadar air kritis ditetapkan pada nilai saat panelis menyatakan tidak suka sebagai batas penerimaan panelis terhadap kerenyahan produk. Berikut ini disajikan data hasil survei penerimaan panelis terhadap kerenyahan biskuit kenari selama penyimpanan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Parameter kritis kerusakan produk biskuit

Data yang disajikan pada grafik menunjukkan bahwa atribut yang sangat menentukan kerusakan produk biskuit adalah atribut kerenyahan. Menurut Manley (1983), biskuit merupakan produk pangan kering dengan kadar air maksimal 5%.

Grafik diatas menunjukkan bahwa pada hari penyimpanan ke-7, rata-rata skor uji penerimaan telah mencapai titik 2 atau tidak suka yang menandakan bahwa pada produk telah berada pada kondisi kritis sehingga diperoleh kadar air kritis biskuit kenari adalah 0.0623 g H₂O/g solid atau 6.23% BK. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penyebab kerusakan produk biskuit adalah hilangnya kerenyahan akibat kenaikan kadar air produk. Hal ini sangat sesuai dengan hasil organoleptik yang menyatakan atribut kerenyahan adalah penyebab kerusakan produk biskuit kenari.

Penurunan skor penerimaan panelis terhadap kerenyahan pada biskuit terjadi seiring dengan bertambahnya waktu penyimpanan dan kadar air yang dimiliki semakin meningkat dari kadar air awal. Hal ini sesuai dengan pernyataan Robertson (2010), selama penyimpanan akan terjadinya proses penyerapan uap air dari lingkungan yang menyebabkan produk kering mengalami penurunan mutu menjadi lembab/tidak renyah.

Kadar air kritis biskuit pada penelitian ini ditentukan berdasarkan persamaan dari kurva yang menunjukkan hubungan kadar air dan skor kesukaan panelis. Kadar air kritis ditetapkan pada skor kesukaan tiga yaitu pada saat panelis menyatakan agak tidak suka. Kadar air kritis ditetapkan pada penilaian 'agak tidak suka' bukan pada penilaian 'tidak suka' karena pada kondisi ini produk dianggap sudah mulai ditolak konsumen dan kondisi ini harus diwaspadai untuk menjamin kepuasan dan kenyamanan konsumen serta meminimalkan risiko kerusakan produk.

3. Kadar Air Keseimbangan (*Moisture Equilibrium, Me*)

Kadar air keseimbangan perlu ditentukan untuk mendapatkan kurva sorpsi isoteris. Kadar air keseimbangan dapat ditentukan dengan cara menyimpan biskuit dalam lima desikator yang berisi berbagai jenis larutan garam jenuh dengan nilai kelembaban relatif (RH) bervariasi. Nilai RH masing-masing larutan garam jenuh disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. RH larutan garam jenuh pada suhu 30°C

No.	Jenis Garam	RH(%)	Kuantitas	
			Garam (gram)	Air (ml)
1.	NaOH (H ₂ O)	7	150	85
2.	K ₂ CO ₃	43	200	90
3.	NaCl	76	200	60
4.	KCl	84	200	80
5.	BaCl ₂ .2H ₂ O	90	250	70
6.	Suhu Ruang	78	-	-

Selama penyimpanan dalam berbagai kondisi RH diatas akan terjadi interaksi antara produk dengan lingkungannya. Uap air akan berpindah dari lingkungan ke produk atau sebaliknya sampai tercapai kondisi kesetimbangan. Kadar air kesetimbangan yang diperoleh dari hasil penelitian dan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kadar air keseimbangannya disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kadar Air Kesetimbangan biskuit kenari dan Waktu Tercapainya pada Beberapa RH Penyimpanan.

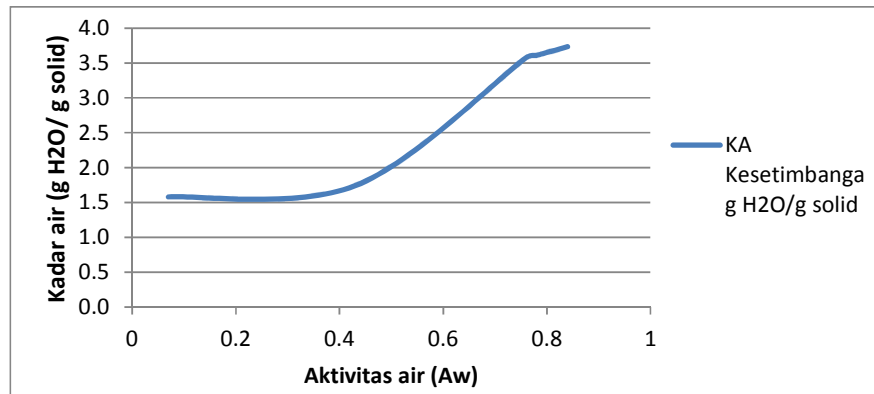
NO	RH%	AW	KA. Keseimbangan g H ₂ O/ g solid	Waktu (Hari)
1	7	0.07	1,5799	36
2	43	0.43	1,7392	38
3	76	0.76	3,5775	42
4	78	0.78	3,6108	40
5	84	0.84	3.7353	42
6	90	0.90	4.7889	44

Kadar air kesetimbangan yang diperoleh dari masing-masing sampel tercapai pada selang penyimpanan 36-44 hari tergantung dari kelembaban relatif penyimpanan. Semakin tinggi nilai kelembaban relative penyimpanan, maka semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kondisi setimbang dengan lingkungannya.

Hal ini sesuai dengan pernyataan deMan (1979), penambahan atau penurunan bobot sampel selama penyimpanan menunjukkan fenomena hidrasi serta pernyataan Brooker *et al.*, (1982), proses adsorpsi yang terjadi jika kelembaban relative udara lebih tinggi dari pada Aw bahan sehingga bahan akan menyerap uap air dari lingkungan.

4. Kurva Sorpsi Isothermis

Kurva sorpsi isothermis merupakan kurva yang menggambarkan hubungan antara aktivitas air (aw) atau kelembaban relative kesetimbangan pada ruang penyimpanan (ERH) dengan kandungan air per gram suatu bahan pangan (Winarno, 2004). Kurva sorpsi isothermis biskuit kenari disajikan pada Gambar 2.

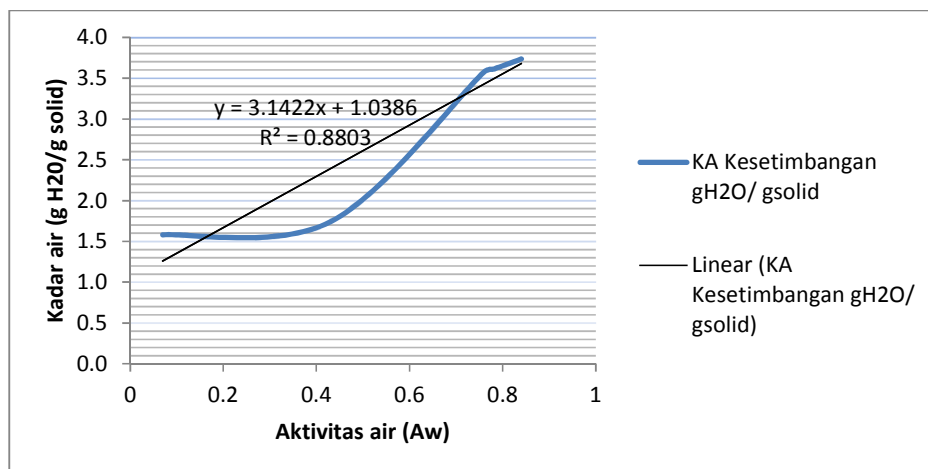


Gambar 2 . Kurva sorpsi isothermis hasil percobaan

Kurva ini diperoleh dengan memplotkan kadar air kesetimbangan yang dihasilkan dengan nilai masing-masing aktifitas air atau RH lingkungannya. Kurva ini membentuk sigmoid menyerupai huruf S walau tidak sempurna. Menurut Fennema (1996), bentuk kurva sangat beragam tergantung pada beberapa faktor seperti sifat alami bahan pangan, perubahan fisik yang terjadi selama perpindahan air, suhu, kecepatan desorpsi atau adsorpsi dan tingkatan air yang dipindahkan selama desorpsi atau adsorpsi.

5. Nilai Kemiringan (b) Kurva Sorpsi Isothermis

Nilai slope kurva sorpsi isothermis (b) ditentukan pada daerah linear (Arpah, 2001). Daerah linear untuk menentukan slope kurva sorpsi isothermis diambil pada daerah yang melewati M_0 (kadar air awal) (Labuza, 1982). Nilai slope dapat disajikan pada Gambar 3. Melalui gambar tersebut terlihat bahwa nilai slope pada kurva sorpsi isothermis adalah 3.1422.



Gambar 3. Penentuan slope kurva sorpsi isothermis

6. Umur Simpan Biskuit Kenari

Berdasarkan semua data yang ada, maka umur simpan ditentukan seperti terlihat pada Tabel 4. Umur simpan produk akan dihitung pada kondisi penyimpanan di RH 78%. Hasil perhitungan umur simpan dengan persamaan Labuza (1982) diperoleh 686.15 hari \approx 686 hari.

Tabel 4. Nilai Parameter Perhitungan Masa Kadaluaarsa Biskuit Kenari

Parameter	Nilai
RH	78
Aw	0.78
KA awal (Mi) (g H ₂ O/g padatan)	0.0218
KA kritis (Mc) (g H ₂ O/g padatan)	0.0623
Slope kurva sorpsi isothermis (b)	3.1422
KA kesetimbangan (Me) (g H ₂ O/g padatan)	3.6108
Permeabilitas kemasan (k/x) (g H ₂ O/g padatan)	0.0136
Luas Kemasan (A) (m ²)	2.85
Berat padatan per kemasan (Ws)	313.8
Tekanan uap jenuh suhu 30°C (Po) (mmHg)	31.624

KESIMPULAN

Hasil uji ASLT dengan pendekatan KAK menunjukkan bahwa masa kadaluarsa makron kenari adalah 557,40 hari \approx 558 hari dan biskuit kenari adalah 686.15 hari \approx 686 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Arpah, M. 2001. Buku dan Monograf Penentuan Kadaluarsa Produk Pangan. IPN Pasca Sarjana IPB, Bogor
- Floros, J.D. dan V. Gnanasekharan. 1993. *Shelf Life Prediction in Packages Food: Chemical, Biological, Physical and Nutritional Aspect*. Elsevier Publ. London.
- Gelman A, R Pasteur and M Rave. 1990. Quality Change and Storage Life of Cammon Carp (*Cyprinus carpio*) at Various Storage Temperatures. *Journal Science Food Agriculture* 52: 231– 241.
- Kusnandar, F. 2006. Disain Percobaan dalam Penetapan Umur Simpan Produk Pangan dengan Metode ASLT (Model Arrhenius dan Kadar Air Kritis). Modul Pelatihan: Pendugaan dan Pengendalian Umur Simpan Bahan dan Produk Pangan. 7-8 Agustus 2006, Bogor.
- Labuza, T.P. 1982. *Shelf Life Dating of Foods*. Food and Nutritons. Press Inc. Connecticut
- Robertson G.L.. 2010. *Food Packaging and Shelf Life: A Pratical Guide*. CRC Press. Florida.
- Siripatrawan U. and Jantawat P. 2008. A Novel Method for Shelf Life Prediction of A Packaged Moisture Sensitive Snack Using Multilayer Perceptron Neural Network.

Expert Systems with Applications Volume 34, Issue 2, February 2008, Pages 1562-1567

T4-MG 34

EFEKTIVITAS JAHE (*Zingiber officinale*) DALAM MENGHAMBAT PERTUMBUHAN *Listeria monocytogenes* PADA DAGING AYAM

Dede Zainal Arief, Nofya Endah Pratiwi, Hervelly
Program Studi Teknologi Pangan Universitas Pasundan

ABSTRAK

Pertumbuhan bakteri pada hewan yang telah dipotong umumnya dapat dicegah dengan menggunakan pengawet sintetik yang terbuat dari zat kimia. Alternatif lain yang memungkinkan untuk dikembangkan sebagai pengawet adalah senyawa bioaktif yang dihasilkan oleh tumbuhan. Hasil beberapa penelitian menunjukkan bahwa rempah-rempah asli Indonesia ternyata banyak mengandung zat aktif antimikroba yang berpotensi dijadikan sebagai pengawet alami, salah satu diantaranya adalah jahe. Penelitian yang telah dilakukan bertujuan untuk mengetahui bentuk sampel dari jahe yang paling efektif sebagai antimikroba pada daging ayam dan untuk mengetahui konsentrasi dari masing-masing bentuk sampel dari jahe yang paling efektif sebagai antimikroba pada daging ayam. Selama penelitian yang dijadikan faktor adalah bentuk sampel yang terbuat dari jahe dan konsentrasi dari masing-masing sampel tersebut. Metode yang digunakan untuk tujuan tersebut di atas adalah dengan cara menguji kadar fenol, pH, dan daya hambat dari masing-masing bentuk sampel jahe terhadap pertumbuhan mikroba dengan metode kertas cakram. Berdasarkan sifat penghambatan terhadap pertumbuhan bakteri *Listeria monocytogenes* maka sampel yang baik adalah serbuk jahe dengan konsentrasi 10%. Sampel uji selama penelitian yaitu filtrat, serbuk dan parutan jahe dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme pada daging ayam, tetapi serbuk jahe lebih menghambat dibandingkan filtrat dan parutan jahe.

Kata kunci : Jahe, *Listeria monocytogenes*, daging ayam.

PENDAHULUAN

Daging merupakan salah satu produk pangan yang kaya nitrogen, mineral, dengan kandungan air yang tinggi serta pH yang baik bagi pertumbuhan mikroorganisme, pertumbuhan mikroba pada daging dapat mengakibatkan perubahan fisik dan kimiawi yang tidak diinginkan, sehingga daging mengalami kerusakan dan tidak layak untuk dikonsumsi. Mikroba yang merusak daging diantaranya adalah *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus* (Fardiaz, 1995).

Mikroba yang dapat merusak daging dapat berasal dari permukaan kulit ternak, rumen, setelah ternak dipotong. Mikroba yang mengkontaminasi karkas maupun daging dapat terjadi sejak saat dipotong, proses penyiapan karkas hingga daging akan dikonsumsi. Awal kontaminasi dimulai dari Rumah Potong Hewan (RPH) yang berasal dari lantai, pisau, kulit, isi saluran pencernaan, air dan peralatan yang digunakan untuk penyiapan karkas, pemisahan daging maupun dari pekerjaannya sendiri (Arifin *et al.*, 2008).

Daging ayam broiler segar sangat rentan terkontaminasi bakteri patogen. Bakteri patogen yang berpotensi mengontaminasi karkas ayam broiler segar cukup beragam, namun yang memberikan efek paling berbahaya adalah *Listeria monocytogenes*. Bakteri patogen *Listeria monocytogenes* termasuk bakteri penyebab penyakit yang cukup parah

bahkan dapat menyebabkan kematian. Bakteri *Listeria monocytogenes* dapat tumbuh pada suhu 4°C dan membentuk biofilm pada permukaan daging. Biofilm adalah kumpulan sel mikroorganisme khususnya bakteri yang melekat pada suatu permukaan dan diselubungi oleh pelekak karbohidrat yang dikeluarkan oleh bakteri. Untuk mencegah dan mengendalikan pertumbuhan bakteri pada hewan yang telah dipotong umumnya masyarakat menggunakan bahan kimia pengawet berupa zat kimia sintetik. Sebagian dari pengawet tersebut berbahaya untuk digunakan, seperti diantaranya Formalin.

Pencarian alternatif lain yang memungkinkan untuk digunakan sebagai pengawet adalah senyawa bioaktif yang dihasilkan oleh tumbuhan. Hasil beberapa penelitian menunjukkan bahwa rempah-rempah asli Indonesia ternyata banyak mengandung zat aktif anti mikroba.

Tanaman jahe termasuk suku *Zingiberaceae*, merupakan salah satu tanaman rempah-rempah yang telah lama digunakan sebagai bahan baku obat tradisional. Kandungan senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada tanaman jahe terutama golongan flavonoid, fenol, dan minyak atsiri (Benjelalai, 1984). Senyawa fenol berfungsi sebagai anti mikroba dalam ekstrak jahe yang berperan aktif dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Pertumbuhan bakteri yang dihambat dengan antibakteri terjadi melalui penghambatan sintesis dinding selnya, penghambatan terhadap fungsi membran sel, penghambatan terhadap sintesis protein, atau penghambatan terhadap sintesis asam nukleat. Fenol pada jahe memiliki kemampuan mendenaturasi protein dan merusak membran sel dengan cara melarutkan lemak yang terdapat pada dinding sel, sehingga menyebabkan penghambatan pada bakteri (Jawetz *et al.*, 2001).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi 5% jahe segar maupun jahe kering dapat mengurangi dan menghambat pertumbuhan bakteri patogen pada makanan, namun jahe kering memiliki efek menghambat bakteri yang lebih dari pada jahe segar (Okwute *et al.*, 2014). Berdasarkan penelitian (Wulandari *et al.*, 2006) menyatakan bahwa ekstrak jahe mulai efektif menghambat pertumbuhan koloni bakteri *E. Coli* pada konsentrasi 6,0%, sedangkan terhadap bakteri *B. subtilis* dapat dihambat mulai konsentrasi 2,0%.

Selama penelitian yang telah dilaksanakan digunakan karena berdasarkan hasil penelitian (Fakhrudin, 2008) besarnya komponen total fenol oleoresin dari jahe empit (6,9%) lebih besar dibanding jahe gajah (4,4%) dan jahe merah (6,4%).

Zat antimikroba dapat memiliki sifat bakterisidal (membunuh bakteri), bakteristatik (menghambat pertumbuhan bakteri), fungisidal (membunuh kapang), fungistatik (menghambat pertumbuhan kapang), ataupun germisidal (menghambat germinasi spora bakteri). Gingerol dan shogaol dalam jahe mampu bertindak sebagai antioksidan primer terhadap radikal lipida. Gingeron dan gingerol berperan dalam menghambat pertumbuhan bakteri sedangkan kemampuan antioksidan yang dimilikinya berasal dari kandungan gingerol dan shogaol (Uhl, 2000).

Beberapa komponen kimia jahe, seperti gingerol, shogaol dan zingerone memberi efek farmakologi dan fisiologi seperti antioksidan, antiinflamasi, analgesik, antikarsinogenik, non-toksik dan non-mutagenik meskipun pada konsentrasi tinggi (Surh *et*

al., 1998 dalam Winarti 2001). Aktivitas antimikroba yang berasal dari jahe mampu menekan atau menghentikan pertumbuhan (bakteriostatik dan fungistatik) *E. coli* (Hapsari, 2000) bahkan membunuh (bakterisidal dan fungisidal) bakteri *Bacillus subtilis*, *Micrococcus varians*, dan *Leuconostoc sp.* Tanaman jahe memiliki efek antibakteri yang ditunjukkan dengan zona hambatan *E. coli* sebesar 12,63 mm dan *S. aureus* sebesar 12,33 mm, oleoresin tanaman jahe memiliki aktivitas antibakteri terhadap *S. aureus* dengan KHM 60 ppm dan zona hambat 19 mm (Mutholib, 2009).

Apabila kemampuan jahe dalam menghambat pertumbuhan *Listeria monocytogenes* diketahui, maka akan menjadi sangat baik karena jahe dapat digunakan untuk mengawetkan daging ayam. Atas dasar tersebut perlu dilakukan penelitian bagaimana kemampuan jahe dalam menghambat pertumbuhan *Listeria monocytogenes*, dan mengawetkan daging ayam.

BAHAN, ALAT DAN METODE PENELITIAN

Bahan-bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rimpang jahe emprit (*Z. officinale* var. *Amarum*) yang dibeli dari Pasar Soreang Kabupaten Bandung, daging ayam segar (bagian dada), media kultur, biakan murni *Listeria monocytogenes*, aquades, dan alkohol 70%.

Alat-Alat

Alat yang digunakan timbangan analitik, parutan, saringan, cawan petri, *tunnel dryer*, *tray*, blender *Maspion*, *screener* 80 mesh, autoklaf, inkubator, pinset, jarum ose, pipet mikroliter, dan kertas cakram.

Metode Penelitian

Penelitian yang dilakukan dibagi menjadi beberapa tahap, yaitu penelitian tahap I, penelitian tahap II dan penelitian tahap III.

Penelitian Tahap I

Penelitian tahap satu terdiri dari pembuatan dan analisis jenis sampel yang berasal dari jahe yaitu pembuatan filtrat jahe, pembuatan parutan jahe, dan pembuatan serbuk jahe. Selanjutnya dari ketiga jenis sampel tersebut dianalisis dengan respon uji yaitu pH dan kadar fenol.

Penelitian Tahap II

Penelitian tahap kedua bertujuan untuk menentukan konsentrasi dari masing-masing jenis sampel dari jahe terhadap daya hambat pertumbuhan *Listeria monocytogenes* dengan metode kertas cakram.

Penelitian Tahap III

Penelitian tahap ketiga yaitu aplikasi bentuk sampel jahe pada daging ayam untuk mendapatkan jenis sampel dan konsentrasi yang terbaik.

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah Metode Grafik Regresi Linier Sederhana tanpa ulangan, dengan model percobaan sebagai berikut : $Y = a + b X$

Parameter sebagai respon Respon kimia yang diukur meliputi penentuan kadar air metode gravimetri (AOAC, 1995), Respon fisik yaitu tekstur daging dengan penetrometer, dan Respon mikrobiologi meliputi perhitungan TPC (*Total Plate Count*)(AOAC, 1995).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari rangkain kegiatan yang telah dilakukan diperoleh hasil sebagai berikut :

Hasil Penelitian Tahap I

Tabel 1. Perbandingan Kadar Fenol dan Nilai pH pada Bentuk Sampel Jahe

Bentuk Jahe	Kadar Fenol	Nilai pH
Serbuk	4,3%	5,96
Filtrat	3,78%	7,17
Parutan	4,18%	6,13

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa dari ketiga bentuk sampel jahe serbuk jahe memiliki kandungan total fenol yang paling tinggi dibandingkan dengan yang lainnya yaitu sebesar 4,3%. Perbedaan kadar fenol dari masing-masing sampel terjadi karena perlakuan yang dilakukan dari ketiga sampel tersebut berbeda, kadar total fenol terendah dimiliki oleh filtrat jahe, pada pembuatan filtrat jahe ditambahkan aquadest dengan perbandingan 1:1. Sifat fenol yang mudah larut dalam air mengakibatkan filtrat jahe mempunyai kadar fenol total yang rendah. Berbeda dengan serbuk jahe yang mempunyai kadar total fenol tertinggi, pada pembuatan serbuk jahe dilakukan pengeringan dengan suhu 60°C. Senyawa fenol meleleh pada suhu 40,5°C, mendidih pada 181,7°C dan memiliki densitas 1,07 gram/cm³, fenol menguap lebih lambat daripada air dan mudah hilang dalam air (Yusuf, 2011). Karena itulah fenol ketika dipanaskan masih tetap bertahan pada serbuk jahe.

Senyawa fenol biasanya bersifat asam atau memiliki pH rendah, tetapi hasil pengamatan menunjukkan pH dari masing-masing jenis sampel jahe hampir mendekati netral bahkan untuk filtrat jahe memiliki pH netral yaitu 7,17. pH sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroorganisme. Setiap mikroorganisme memiliki pH minimum, optimal dan maksimum, jika pH lingkungan tidak sesuai untuk aktivitas enzim secara optimal, maka mikroba tidak dapat melakukan metabolisme dengan baik. Berdasarkan pH mikroba dikelompokkan menjadi golongan asidofil, netral dan alkalifil. Pertumbuhan mikroba pada umumnya terjadi pada pH 7 dan dapat tumbuh dengan baik pada kisaran pH 5-8, kecuali pada kelompok bakteri asam cuka yang tumbuh secara optimal pada 5,4-6,3 dan

bakteri asam laktak yang tumbuh optimal pada pH 5,5-6. Secara umum *Listeria monocytogenes* mampu tumbuh pada kisaran pH 4,1 sampai 9,6 dengan pH optimum 6-8 (Jay, 1977). Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan pH dari masing-masing bentuk sampel dari jahe sama dengan pH optimum bagi pertumbuhan *Listeria monocytogenes*. Jika berdasarkan nilai pHnya maka jahe tidak akan menghambat pertumbuhan *Listeria monocytogenes*. Namun demikian, menurut Russel dan Gould (1991), senyawa fenolik aktif pada kisaran pH 3,5-8, sehingga senyawa fenol akan tetap bekerja menghambat pertumbuhan mikroba.

Hasil Penelitian Tahap II

Tabel 2. Hasil Pengukuran Diameter Zona Hambat dari Masing–Masing Bentuk Sampel Jahe

Jenis Ekstrak	Konsentrasi	Luas Zona Hambat (cm ²)
Kontrol	10%	21,61
	10%	22,36
Serbuk	20%	14,72
	30%	29,67
	10%	12,39
Filtrat	20%	23,27
	30%	24,13
	10%	1.16
Parutan	20%	4,02
	30%	19,77

Berdasarkan hasil penelitian uji daya hambat dalam Tabel 2 diketahui konsentrasi yang baik dari masing–masing bentuk sampel jahe yaitu 10% untuk serbuk jahe, 20% untuk filtrat jahe dan 30% untuk parutan jahe. Hasil tersebut diperoleh dengan membandingkan luas daerah hambat dari setiap konsentrasi dengan luas daerah hambat dari kloramfenikol sebagai kontrol. Dengan kloramfenikol sebagai acuan maka konsentrasi yang terpilih dari setiap masing-masing bentuk sampel jahe merupakan konsentrasi paling efektif untuk menghambat pertumbuhan bakteri *Listeria monocytogenes*.

Kontrol antibiotik yang digunakan adalah kloramfenikol yang paling stabil dan bertindak menghambat sintesis protein dengan cepat. Kloramfenikol merupakan antibiotika bakteriostatik yang aktif terhadap mikroorganisme aerobik dan anerobik gram positif maupun negatif. Kloramfenikol memiliki spektrum luas terutama aktivitas terhadap bakteri aerobik, mycoplasma, organisme klamida dan bakteri anaerob, karena alasan-alasan ini kloramfenikol cenderung memiliki zona hambat yang besar (Ardhuha, 2010). Bakteri *Listeria monocytogenes* merupakan bakteri gram positif. Bakteri gram positif lebih sensitif terhadap senyawa antimikroba dibandingkan dengan bakteri gram negatif karena ada perbedaan susunan dinding sel dari keduanya. Pengujian tersebut menggunakan media agar darah dan dilakukan pengenceran bakteri dengan menggunakan air steril, konsentrasi untuk kontrol yang digunakan adalah 10% karena konsentrasi tersebut merupakan konsentrasi minimum dari masing–masing sampel jahe.

Hasil Penelitian Tahap III

Tabel 3. Kadar Air Selama Penyimpanan (72 Jam) Pada Daging Ayam

Waktu Penyimpanan (jam)	Produk	Kadar Air (%)	Persamaan Regresi Linier Sederhana
0	Serbuk 10%	75,86	$Y = 73,41 + (-0,044) X$ $R^2 = 0,210$
24		69,59	
48		69,47	
72		72,34	
0	Filtrat 20%	75,67	$Y = 75,77 + 0,042 X$ $R^2 = 0,992$
24		76,92	
48		77,86	
72		78,74	
0	Parutan 30%	75	$Y = 75,03 + 0,017 X$ $R^2 = 0,977$
24		75,56	
48		75,79	
72		76,34	

Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa daging ayam yang diberi serbuk jahe dengan konsentrasi 10% dari berat daging jika disimpan selama 78 jam akan mengalami penurunan kadar air pada 24 jam dan 48 jam tetapi pada penyimpanan 72 jam kadar air dari daging tersebut meningkat. Hal tersebut bisa terjadi karena serbuk jahe memiliki kadar air yang sedikit jika dibalurkan pada daging ayam maka kandungan air yang ada pada daging ayam akan terserap oleh jahe sehingga kadar air daging ayam akan berkurang, tetapi setelah penyimpanan 72 jam pada suhu ruang karena kandungan air pada daging sudah terlalu banyak dan serbuk jahe sudah tidak dapat menyerap lagi maka kadar air pada daging ayam menjadi naik.

Selama penyimpanan, kadar air relatif bertambah hal ini salah satunya dikarenakan oleh penguraian mikroorganisme. Perubahan tersebut secara fisik, kimia, mikrobiologi dan organoleptik. Penguraian ini diakibatkan oleh metabolisme mikroorganisme. Salah satu perubahan yang mungkin terjadi adalah perubahan karbohidrat. Mikroorganisme khususnya aerobik dapat mengoksidasi gula menjadi CO_2 dan H_2O (Soeparno, 2005). Selain itu juga makromolekul lain pada bahan pangan seperti protein dan lemak akan terurai sehingga menghasilkan H_2O yang menyebabkan semakin bertambahnya kadar air pada daging ayam tersebut selama penyimpanan pada suhu ruang.

Kadar air adalah presentasi kandungan air suatu bahan yang dinyatakan dalam berat basah maupun berat kering. Secara sederhana bahan pangan yang memiliki kadar air tinggi akan mudah ditumbuhi mikroorganisme. Jumlah kandungan air dalam suatu bahan pangan sangat erat hubungannya dengan pertumbuhan mikroorganisme. Kebutuhan mikroorganisme akan air bisa dinyatakan dengan *activity water* (a_w). Semakin tinggi a_w suatu bahan maka semakin tinggi pula kemungkinan tumbuhnya jasad renik dalam bahan pangan tersebut (Syarief *et al*, 1993).

Tabel 4. Tekstur (Keempukan) Daging Ayam Selama Penyimpanan (72 jam)

Waktu Penyimpanan (jam)	Produk	Tekstur(mm/gram/10detik)	Persamaan Regresi Linier Sederhana
0	Serbuk 10%	6,5	$Y = 6,522 + 0,032 X$ $R^2 = 0,961$
24		7,47	
48		7,8	
72		8,98	
0	Filtrat 20%	12,9	$Y = 12,85 + 0,022 X$ $R^2 = 0,993$
24		13,31	
48		13,95	
72		14,47	
0	Parutan 30%	8,37	$Y = 8,241 + 0,034 X$ $R^2 = 0,98$
24		8,95	
48		9,76	
72		10,87	

Berdasarkan data pada Tabel 4 diketahui penambahan serbukjahe dengankonsentrasi 10% menyebabkan keempukan selama penyimpanan. Hasil regresi linear terbentuk kurva linear yang mengikuti persamaan $Y = 6,522 - 0,032 X$ dengan $R^2 = 0,961$. Keempukan daging yang ditambah filtrat jahe dengan konsentrasi20% selama penyimpanan membentuk kurva linear dengan persamaan $Y = 12,85 - 0,022 X$ dan $R^2 = 0,993$. Keempukan daging akibat penambahan parutan jahe dengankonsentrasi30% selama penyimpanan membentuk kurva linear dengan persamaan $Y = 8,241 - 0,034 X$ dan $R^2 = 0,98$. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa tekstur dari daging ayam segar adalah 10,29 mm/gram/10detik. Daging ayam yang diberi filtrat jahe dan disimpan dengan waktu 72 jam memiliki keempukan paling tinggi, tetapi dilihat dari pengamatan tekstur daging ayam segar dapat diketahui bahwa penambahan serbuk 10% dan parutan jahe 30% memiliki nilai keempukan yang masih dalam batas normal dari keempukan daging segar.

Lamanya penyimpanan telah menyebabkan keempukan daging ayam semakin meningkat seiring dengan meningkatnya kadar air dari daging tersebut. Semakin lama waktu penyimpanan maka semakin empuk daging tersebut. Keempukan atau tekstur adalah salah satu sifat mutu yang penting pada daging.

Daging yang empuk adalah hal yang paling dicari konsumen. Jahe juga mengandung enzim proteolitik proteinase thiol (Lee *et al*, 1986) dan Zingibain yang dapat digunakan untuk melunakkan daging sebelum dimasak. Kedua senyawa tersebut, baik senyawa antimikroba ataupun enzim proteolitik, sangat menentukan kualitas daging. Tekstur daging yang memiliki nilai tinggi menunjukkan bahwa daging tersebut semakin empuk.

Tabel 5. Total Mikroba Pada Daging Ayam Selama Penyimpanan (72 Jam)

Waktu Penyimpanan (jam)	Produk	Total Mikroba (cfu/g)	Persamaan Regresi Linier Sederhana
0	Kontrol	15×10^8	$Y = 9,214 + 0,021X$ $R^2 = 0,953$
24		76×10^8	
48		157×10^8	

72		TBU	
0		0	
24	Serbuk 10%	3×10^8	$Y = 2,369 + 0,124X$
48		18×10^8	$R^2 = 0,705$
72		54×10^8	
0		2×10^8	
24	Filtrat 20%	13×10^8	$Y = 8,306 + 0,033 X$
48		78×10^8	$R^2 = 0,999$
72		TBU	
0		15×10^8	
24	Parutan 30%	44×10^8	$Y = 9,165 + 0,020X$
48		150×10^8	$R^2 = 0,998$
72		TBU	

Berdasarkan data pada tabel 5 diketahui bahwa penambahan konsentrasi serbuk jahe 10% menyebabkan naiknya total mikroba selama penyimpanan yang mengikuti persamaan linear $Y = 2,369 + 0,124X$ dan $R^2 = 0,705$. Penambahan konsentrasi filtrat jahe 20% terhadap daging ayam menyebabkan penambahan total mikroba selama penyimpanan. Penambahan total mikroba tersebut mengikuti persamaan linear $Y = 8,306 + 0,033X$ dan $R^2 = 0,999$. Penambahan parutan jahe dengan konsentrasi 10% terhadap daging ayam menyebabkan penambahan total mikroba selama penyimpanan. Penambahan total mikroba tersebut mengikuti persamaan linear $Y = 9,165 + 0,020 X$ dan $R^2 = 0,998$. Hasil pengamatan TPC jumlah mikroba yang didapat pada daging ayam untuk masing-masing bentuk sampel dan konsentrasi yang berbeda menunjukkan bahwa daging sudah tidak memenuhi syarat mutu.

Berdasarkan SNI persyaratan maksimum mutu mikrobiologi untuk total mikroba dalam daging ayam adalah 1×10^6 cfu/g, sedangkan dari hasil pengamatan jumlah total mikroba dari setiap jenis sampel (termasuk kontrol) dan konsentrasi jahe yang digunakan melebihi batas maksimum dari standar SNI tersebut. Hal ini disebabkan penanganan yang kurang higienis dan sanitasi yang kurang baik sejak ayam dipotong sehingga menyebabkan kontaminasi oleh mikroorganisme pada daging ayam yang salah satunya terdapat *Listeria monocytogenes*. Walaupun demikian, jika dibandingkan dengan kontrol total mikroba daging yang dilumuri dengan jahe relatif lebih kecil. Dari data terlihat total mikroba pada daging ayam yang ditambahkan serbuk jahe dengan konsentrasi 10% lebih efektif menghambat pertumbuhan *Listeria monocytogenes*.

Pada daging yang diberi jahe pertumbuhan mikroba dihambat oleh zat antimikroba yang terkandung dalam jahe. Selain itu, zat antimikroba pada jahe juga bersifat membunuh mikroba pada daging ayam terlihat dengan adanya penurunan jumlah mikroba. Zat antimikroba yang terkandung dalam jahe adalah zingeron dan gingerol yang merupakan senyawa turunan metoksi fenol dalam oleoresin jahe (Al-Khayat & Blank, 1985).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Berdasarkan sifat penghambatannya terhadap pertumbuhan bakteri *Listeria monocytogenes* maka serbuk jahe dengan konsentrasi 10% merupakan sampel yang lebih baik.
2. Sampel uji dalam bentuk serbuk lebih menghambat pertumbuhan mikroba dibandingkan sampel dalam bentuk filtrat dan parutan jahe.
3. Berdasarkan persamaan regresi masing-masing jenis sampel uji dan konsentrasi mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme, dan masing-masing mengikuti persamaan sebagai berikut :
 - 1) Serbuk 10% $Y = 2,369 + 0,124X$
 - 2) Filtrat 20% $Y = 8,306 + 0,033X$
 - 3) Parutan 30% $Y = 9,165 + 0,020X$
4. Berdasarkan persamaan regresi linier diatas dapat diketahui semakin lama daging ayam disimpan maka semakin banyak jumlah mikroba yang terdapat didalamnya seiring dengan bertambahnya kadar air dan meningkatnya tekstur keempukan.

Saran

1. Penelitian masih perlu disempurnakan dengan melakukan identifikasi lebih lanjut terhadap *Listeria monocytogenes* yang berada pada daging ayam agar dapat diketahui lebih spesifik seberapa banyak bakteri tersebut.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan agar penelitian ini dapat diaplikasikan kepada masyarakat salah satunya dengan membuat pengawet daging dengan bahan serbuk jahe instan.
3. Perlu dilakukan penelitian yang menggabungkan beberapa beberapa bahan antimikroba alami yang masing-masing menghambat bakteri tertentu pada daging ayam.
4. Perlu uji lanjut mengenai jumlah kadar gingerol dalam masing-masing sampel jahe.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Hayat dan Blank, 1985 dalam Sari Kartika I.P, Periadnadi dan Nasril Nasir. 2013. Uji Antimikroba Ekstrak Jahe-Jahean (Zingiberaceae) Terhadap *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* dan *Candida albicans*. Jurusan Biologi, FMIPA Universitas Andalas. Padang.
- Ardhuha. F. 2010. Uji Aktivitas Antimikroba Ekstrak Metanol Daun *Syzygium cordatum* terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* Menggunakan Metode Kirby-Bauer. Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh
- ArifinM., B. Dwiloka dan D.E. Patriani. 2008. Penurunan Kualitas Daging Sapi yang terjadi selama Proses Pemotongan dan Distribusi di Kota Semarang. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor.

- Benjelalai. 1984. Pengantar ilmu pangan; Nutrisi dan Mikrobiologi. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Fardiaz. S. 1992. Mikrobiologi Pangan 1. Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Hapsari, D. 2000. Identifikasi dan kajian keamanan mikrobiologi produk-produk minuman sari jahe yang beredar di sekitar kota Bogor. Skripsi. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Jawetz, Melnick, dan Adelberg's. 2005. Mikrobiologi Kedokteran (Medical Microbiology). Salemba Medika. Jakarta : 317 – 318
- Jay, J.M, Loessner, M.J, Golden, D.A. Modern Food Microbiology Seventh Edition. 2005. Springer Science Business Media. Inc.
- Mutholib, A. 2009. Antibakteri Ekstrak Etanol Rimpang Jahe (*Zingiber officinale* rosc.) terhadap Bakteri *S. aureus* dan *E. coli*. [http : //olip-faradayzone.blogspot.com/2009/11/antibakteri-ekstrak-etanol-rimpang-jahe.html](http://olip-faradayzone.blogspot.com/2009/11/antibakteri-ekstrak-etanol-rimpang-jahe.html). Diakses 15 Juni 2014.
- Okwute, L.O. and Olafiaji, B. The Effects Of Ginger [*Zingiber Officinale*] On The Microbial Load Of A Nigerian Traditionally Fermented Maize Paste (Ogi). Department of Biological Sciences. University of Abuja, Nigeria. Journal of Food Technology Research, 2014, 1(1): 45-51.
- Soeparno. 2005. Ilmu dan Teknologi Daging, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Surh. 1998. dalam Winarti Christina dan Hernani. 2001. Kandungan Bahan Aktif Jahe dan Pemanfaatannya Dalam Bidang Kesehatan. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian. Bogor.
- Syarief, R. Dan Y. Halid. (1993). Teknologi Penyimpanan Pangan, Arcan, Bandung
- Uhl, S.R. 2000. Handbook of Spices, Seasonings and Flavoring. Technomic Publishing Co. Inc. Lancaster-USA.
- Winarti, Christina dan Hernani. 2001. Kandungan Bahan Aktif Jahe dan Pemanfaatannya Dalam Bidang Kesehatan. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian. Bogor.
- Yusuf. 2011. Ozonisasi Fenol. <https://muhammadyusuffirdaus.wordpress.com>. Diakses 1 Desember 2014.

T4-MG 36

PERANAN MINUMAN FERMENTASI DAUN SIRSAK (*Annona muricata* Linn.) SEBAGAI ANTIKOLESTEROL PADA TIKUS SPRAGUE DAWLEY

Role of Fermented Beverage from Soursop Leaves (Annona Muricata Linn.) as Anti-Cholesterol on Sprague Dawley Rats

Adolf Parhusip¹⁾, Yuniwati Halim¹⁾, Mardianto²⁾,

¹⁾ Dosen Tetap Jurusan Teknologi Pangan Universitas Pelita Harapan²⁾Alumnus Jurusan Teknologi Pangan Universitas Pelita Harapan,
Jl. Boulevard 1100 Lippo Village, Karawaci -Tangerang Indonesia

*Email: adolf.parhusip@uph.edu

ABSTRACT

Soursop leaves (*Annona muricata* Linn.) contain bioactive compounds, such as phenolic, flavonoid and tannin which can reduce cholesterol levels in the blood. The objective of this research was to determine the effect of fermented beverage from soursop leaves toward the cholesterol level of rats. The fermented beverage from soursop leaves was prepared with (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, and *Lactobacillus plantarum* 2:1:2, 2% v/v). The fermented beverage was made with different concentrations of sugar (4, 5, 6, or 7%) and skim milk (2, 3, 4, or 5%). The product was fermented for six hours and was analyzed for several parameters including pH, total titratable acidity and total lactic acid bacteria. The chosen formulation of the fermented beverage in this research was by the addition of 4% sugar and 2% skim milk. The chosen fermented beverage had pH values of 4.46 ± 0.01 , total titratable acidity of $0.43 \pm 0.01\%$, and total lactic acid bacteria of 5.2×10^8 CFU/ml. Based on these parameters, the best formulation of the fermented beverage was chosen. The product was then given to rats to determine the effect on total cholesterol levels, LDL, HDL and triglycerides. The result showed that the chosen formulation could lower the cholesterol levels. This was indicated by the decreasing values of total cholesterol, LDL, triglycerides and also the increasing value of HDL in the rat's blood as compared to control.

Keyword : *Annona muricata* L., cholesterol, fermented beverage, Sprague Dawley.

ABSTRAK

Daun sirsak (*Annona muricata* Linn.) mengandung komponen aktif seperti fenolik, flavonoid dan tannin yang mampu mengurangi kandungan kolesterol dalam darah. Tujuan penelitian ini untuk menentukan pengaruh minuman fermentasi dari daun sirsak terhadap kadar kolesterol tikus. Minuman fermentasi daun sirsak diperoleh dengan kombinasi kultur (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, and *Lactobacillus plantarum* 2:1:2, 2% v/v). Minuman fermentasi dibuat dengan perbedaan konsentrasi gula (4, 5, 6 dan 7%) dan susu skim (2, 3, 4 dan 5%). Selanjutnya difermentasi selama 6 jam dan dianalisis parameter pH, total asam tertitrasi, dan total bakteri asam laktat. Hasil formulasi minuman fermentasi dalam penelitian adalah kadargula 4% dan susu skim 2%. Diperoleh minuman fermentasi dengan pH 4.46 ± 0.01 , total asam tertitrasi $0.43 \pm 0.01\%$, dan total asam laktat 5.2×10^8 CFU/ml. Minuman fermentasi mempengaruhi kandungan kolesterol, LDL, HDL dan trigliserida. Hasil penelitian menunjukkan formulasi tersebut dapat menurunkan kadar kolesterol. Hal ini terlihat indikasi penurunan total kolesterol, LDL, trigliserida dan meningkatkan HDL dalam darah tikus dibandingkan dengan control.

Kata kunci: *Annona muricata* L., kolesterol, minuman fermentasi, Sprague Dawley.

PENDAHULUAN

Tanaman sirsak (*Annona muricata* Linn.) merupakan salah satu tanaman yang umum dan banyak terdapat di daerah Indonesia. Pada penelitian ini dilakukan pemanfaatan daun sirsak sebagai bahan dasar untuk pembuatan produk pangan yang mendukung diversifikasi pangan. Daun sirsak dapat dimanfaatkan sebagai salah satu bahan dasar minuman fermentasi. Pemanfaatan daun sirsak ini dimaksudkan dapat memberikan manfaat kesehatan bagi tubuh. Minuman fermentasi merupakan produk pangan yang dapat menyehatkan tubuh.

Daun sirsak mengandung senyawa bioaktif seperti steroid, flavonoid, fenolik, dan tanin yang dapat berfungsi untuk menurunkan kadar kolesterol dalam darah (Muflikhatun dan Murwani, 2014). Bakteri probiotik memiliki manfaat yang baik bagi kesehatan karena dapat mencegah bakteri patogen pada saluran pencernaan, meningkatkan kekebalan tubuh, dan mencegah diare (Dixit *et al.*, 2013). *Lactobacillus acidophilus* dan *Bifidobacterium lactis* merupakan bakteri probiotik pada minuman fermentasi yang dapat menurunkan kadar kolesterol dan mengurangi resiko diabetes (Ejtahed *et al.*, 2011).

Pemanfaatan minuman fermentasi daun sirsak pada penelitian ini akan dilakukan secara *in vivo* terhadap tikus uji. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh minuman fermentasi daun sirsak terhadap kadar kolesterol dalam darah tikus.

BAHAN DAN METODE

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah daun sirsak (*Annona muricata* Linn.) yang diperoleh dari Bogor, sukrosa "Gulaku", susu skim "Indomilk", akuades, pakan standar berdasarkan Laboratorium Ilmu dan Teknologi Pakan Institut Pertanian Bogor, lemak yang diperoleh dari sapi "Pasar Anyar Bogor", tepung kuning telur diperoleh dari PT. Citra Nata Pramana, simvastatin, dan tikus (*Rattus norvegicus*) dengan strain Sprague Dawley berjenis kelamin jantan dengan usia 2 bulan yang diperoleh dari IPB. Kultur yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus plantarum*, dan *Streptococcus thermophilus* yang diperoleh dari Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.

Analisis kadar kolesterol total, LDL, HDL dan trigliserida darah tikus menggunakan Kit *DiaSys Diagnostic System* (GmbH & Co. KG Holzheim, Germany) yang terdiri dari Good's Buffer pH 7,2 dan pH 6,7, 4-Chlorophenol, ATP, Mg²⁺, Glycerokinase (GK), Peroxidase (POD), Lipoprotein Lipase (LPL), 4-Aminoantipyrine, Glycerol-3-phosphate-oxidase (GPO), Phenol, Cholesterol esterase (CHE) serta Cholesterol oksidase (CHO).

Metode Penelitian

Penelitian pendahuluan meliputi preparasi kultur dan pembuatan air seduhan daun sirsak yang akan digunakan sebagai bahan dasar minuman fermentasi.

Pembuatan air seduhan daun sirsak

Daun sirsak yang telah bersih kemudian dilakukan proses pengeringan dengan menggunakan *cabinet dryer* pada suhu 70°C hingga kadar air mencapai 3-5%. Daun sirsak yang telah kering ditimbang sebanyak 2,3 gram dan dilakukan pengecilan ukuran kurang lebih sebesar 3,5 cm x 3,5 cm. Kemudian diseduh ke dalam 200 ml air pada suhu 100°C selama 30 menit (Wijoyo, 2014).

Aplikasi Terhadap Tikus

Jumlah tikus yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 24 tikus yang dibagi menjadi 4 kelompok. Mula-mula tikus diberi antiparasit dan anti cacing selama 3 hari. Setelah itu, setiap tikus akan diadaptasi terhadap pakan yang diberikan selama 30 hari. Pada kelompok tikus A dan B akan diadaptasi terhadap pemberian pakan standar. Pada kelompok tikus C dan D akan diadaptasi terhadap pemberian pakan kolesterol yang terdiri dari pakan standar, lemak sapi 10% dan kuning telur 5%. Pakan kolesterol yang diberikan pada tikus diharapkan dapat membuat tikus memiliki kadar kolesterol yang tinggi. Pemberian pakan tikus dan akuades dilakukan secara *ad libitum* setiap jam 08:00 WIB dan 13:00 WIB. Pembagian kelompok tikus pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Pembagian perlakuan kelompok pada tikus

Kelompok A	Kelompok B	Kelompok C	Kelompok D
Diberikan pakan standar, serta akuades	Diberikan pakan standar, akuades, serta minuman fermentasi daun sirsak	Diberikan pakan kolesterol, akuades, serta "Simvastatin"	Diberikan pakan kolesterol, akuades, serta minuman fermentasi daun sirsak

Pada hari ke-31 sampai hari ke-60, setiap kelompok tikus akan diberikan pakan standar dan perlakuan sesuai dengan kelompok perlakuan. Tikus akan diberikan produk minuman fermentasi daun sirsak sebanyak 1 ml (Cheik *et al.*, 2008). Pemberian "Simvastatin" pada kelompok kontrol positif sebanyak 0,15 mg/ 150 gram berat badan tikus.

Pengamatan fisik dan aktivitas pada tikus akan dilakukan pengamatan pada hari ke-1, hari ke-31 dan hari ke-60. Pengamatan berat badan pada tikus dilakukan setiap minggu selama 60 hari. Pengambilan darah tikus untuk mengukur kadar total kolesterol, HDL, LDL, dan trigliserida dilakukan pada hari ke-31 dan hari ke-60. Pada hari ke-60 juga akan dilakukan pembedahan tikus untuk mengambil organ usus untuk menguji total bakteri asam laktat dan total mikroba pada usus tikus.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai pH

Penambahan konsentrasi gula sebesar 4, 5, 6, dan 7% dan konsentrasi skim 2, 3, 4, dan 5% menunjukkan hasil tidak berbeda signifikan ($p > 0,05$) pada nilai pH. Penambahan gula sebesar 3% sampai 7% tidak memberikan perbedaan nilai pH yang signifikan pada

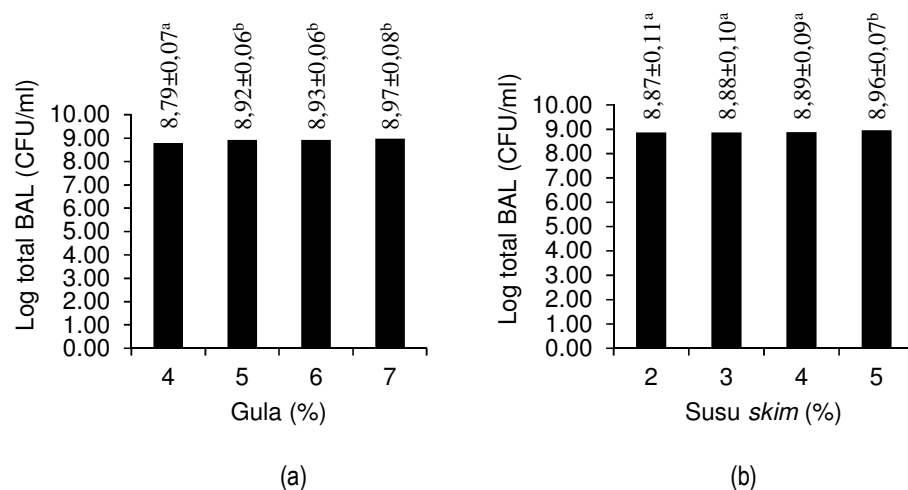
minuman fermentasi kacang merah. Hal ini dapat dikarenakan oleh waktu inkubasi minuman fermentasi daun sirsak yang dilakukan terlalu singkat. Menurut Yadav *et al.* (2013), semakin lama waktu fermentasi maka asam laktat yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat juga semakin banyak sehingga dapat menurunkan nilai pH.

Nilai Total Asam Titrasi

Nilai total asam titrasi digunakan untuk mengetahui jumlah asam laktat yang terbentuk oleh bakteri asam laktat selama proses fermentasi berlangsung. Pada konsentrasi gula sebesar 4, 5, 6, dan 7% dan konsentrasi susu *skim* sebesar 2, 3, 4, dan 5% juga tidak menghasilkan perbedaan yang signifikan ($p > 0,05$) pada nilai total asam titrasi. Hal ini dapat diduga karena waktu inkubasi minuman fermentasi daun sirsak masih belum optimum sehingga asam laktat yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat juga belum maksimal.

Total Bakteri Asam Laktat

Total bakteri asam laktat dalam produk menjadi salah satu parameter untuk menentukan kualitas produk minuman fermentasi. Pengaruh penambahan konsentrasi gula dan susu *skim* terhadap total bakteri asam laktat pada minuman fermentasi daun sirsak dapat dilihat pada Gambar 1.



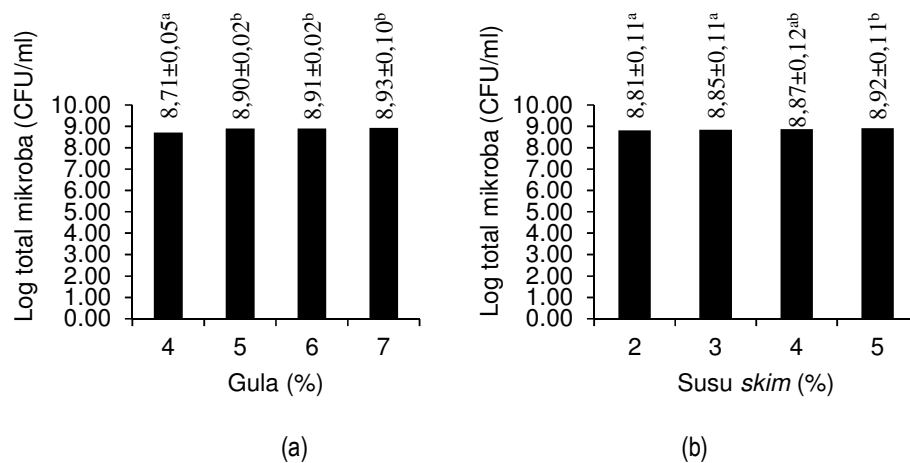
Gambar 1 Pengaruh total bakteri asam laktat pada minuman fermentasi daun sirsak terhadap penambahan (a) konsentrasi gula dan (b) susu *skim*
Keterangan: Notasi huruf *superscript* yang berbeda pada diagram batang menunjukkan terdapat beda nyata ($p \leq 0,05$).

Berdasarkan Gambar 1 menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi gula pada 4, 5, 6, dan 7% serta penambahan konsentrasi susu *skim* pada 2, 3, dan 4% menghasilkan perbedaan yang signifikan ($p \leq 0,05$) terhadap total bakteri asam laktat. Menurut Yerlikaya (2014), sukrosa merupakan sumber nutrisi yang dapat digunakan sebagai pertumbuhan bakteri asam laktat. Semakin banyak nutrisi yang tersedia dalam produk fermentasi, maka dapat mempengaruhi pertumbuhan bakteri asam laktat. Penambahan susu *skim* dapat

mempengaruhi aktivitas mikroba. Susu *skim* mengandung protein dan laktosa yang dapat digunakan sebagai sumber energi bagi pertumbuhan bakteri asam laktat selama proses fermentasi (Shilpi dan Kumar, 2013).

Total Mikroba

Jumlah total mikroba bertujuan untuk mengetahui jumlah mikroba pada produk fermentasi daun sirsak. Pengaruh konsentrasi gula dan konsentrasi susu *skim* terhadap total mikroba dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 2 Pengaruh total mikroba pada minuman fermentasi daun sirsak terhadap penambahan (a) konsentrasi gula dan (b) susu *skim*

Keterangan: Notasi huruf *superscript* yang berbeda pada diagram batang menunjukkan terdapat beda nyata ($p \leq 0,05$).

Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi gula pada 4, 5, 6, dan 7% serta penambahan konsentrasi susu *skim* pada 2% dan 3% menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p \leq 0,05$) terhadap total mikroba. Hasil analisis nilai total mikroba memiliki nilai yang lebih rendah bila dibandingkan dengan total bakteri asam laktat terhadap pengaruh penambahan gula dan susu *skim*. Menurut Nawangsari *et al.* (2012), produk minuman fermentasi yang mengandung bakteri asam laktat dapat menghasilkan asam laktat yang dapat menghambat bakteri lain.

Penentuan Konsentrasi Gula dan Susu *Skim* Terpilih

Penentuan konsentrasi gula dan susu *skim* terpilih pada minuman fermentasi daun sirsak dapat ditentukan dari berbagai parameter yang meliputi nilai pH, nilai total asam tertitiasi, dan total bakteri asam laktat. Standar minuman fermentasi daun sirsak yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Standar minuman fermentasi

Standar	Nilai	Nilai TAT	Total BAL (CFU/ml)
BSN (2009)	-	0,2-0,9	10^6

CODEX (2003)	-	>0,6	10 ⁷
FSANZ (2014)	< 4,5	-	10 ⁶
JETRO (2011)	-	-	10 ⁷

Penambahan konsentrasi gula sebesar 4, 5, 6, dan 7% dan susu *skim* sebesar 2, 3, 4, dan 5% telah sesuai dengan standar yang digunakan terhadap nilai pH, TAT, dan total bakteri asam laktat. Semua formulasi penambahan konsentarsi gula dan susu *skim* pada minuman fermentasi daun sirsak tidak sesuai dengan standar CODEX (2003) terhadap nilai TAT karena nilai TAT dibawah 0,6%. Konsentrasi gula dan susu *skim* yang terpilih pada minuman fermentasi daun sirsak adalah 4% dan 2% dikarenakan pada konsentrasi tersebut telah memasuki standar yang telah digunakan.

Uji Fitokimia

Hasil analisis fitokimia secara kualitatif dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil fitokimia secara kualitatif

Analisis	Daun sirsak segar	Daun sirsak kering	Minuman fermentasi daun sirsak
Alkaloid	-	-	-
Flavonoid	+	+	+
Tanin	+	+	+
Triterpenoid	-	-	-
Steroid	+	+	+

Keterangan: (+) = terdeteksi, (-) = tidak terdeteksi

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa minuman fermentasi daun sirsak mengandung senyawa flavonoid, tanin dan steroid. Minuman fermentasi daun sirsak terpilih memiliki total fenolik sebesar 257,21±12,7 mg GAE/L sampel, total flavonoid sebesar 40,54±1,74 mgQE/L sampel dan total tanin terkondensasi 51,02±0,68 mg QE/L sampel yang diharapkan dapat menurunkan kadar kolesterol dalam darah.

Uji Serat Produk Fermentasi Terpilih

Hasil uji serat pangan pada minuman fermentasi sebesar adalah 6,42%. Hasil uji serat pangan larut pada minuman fermentasi daun sirsak adalah 1,58%. Hasil serat pangan pada minuman fermentasi daun sirsak memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan kacang-kacangan sekitar 4,5-4,7% dan sayuran mayur sekitar 1,2-4% yang diteliti oleh Slavin dan Llyod (2012). Menurut Dhesti dan Widyaningsih (2014), Serat dapat mengikat asam empedu sehingga dapat menurunkan kadar kolesterol.

Uji Toksisitas Produk Fermentasi Terpilih

Hasil uji toksisitas minuman fermentasi daun sirsak memiliki nilai sebesar 650,019 ppm. Berdasarkan hasil uji toksisitas dapat dikatakan bahwa minuman fermentasi daun sirsak memiliki tingkat toksisitas yang rendah. Menurut Suryaningrum *et al.* (2007), Sampel yang memiliki nilai LC₅₀ antara 100 sampai 1000 ppm menunjukkan bahwa sampel memiliki

senyawa yang memiliki tingkat toksisitas rendah. Nilai LC_{50} diatas 1000 ppm menunjukkan bahwa sampel memiliki senyawa yang bersifat tidak toksik.

Kadar Total Kolesterol

Analisis kadar kolesterol pada tikus percobaan dilakukan sebanyak 2 kali, yaitu pada hari ke-31 dan 60. Hasil kadar total kolesterol pada darah tikus yang diberi perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil kadar kolesterol pada tikus percobaan

Kelompok tikus	Sebelum perlakuan (mg/dl)	Setelah perlakuan (mg/dl)	Penurunan (%)
A	88,20±11,03	86,35±26,52	2,10
B	82,45±8,41	75,30±0,14	8,67
C	76,50±3,54	52,15±1,48	31,83
D	78,25±1,06	59,40±4,81	24,09

Keterangan: A: tikus normal + akuades (kontrol negatif); B: tikus normal + minuman fermentasi daun sirsak; C: tikus kolesterol + simvastatin (kontrol positif); D: tikus kolesterol + minuman fermentasi daun sirsak

Seluruh kelompok perlakuan dapat menurunkan kadar kolesterol dalam darah tikus. Persentase penurunan kadar kolesterol pada tikus yang diberi pakan standar serta minuman fermentasi daun sirsak sebesar 8,67% dan memiliki nilai 4 kali lebih tinggi dibandingkan dengan tikus yang diberi akuades sebesar 2,10%. Pada tikus yang diberi pakan kolesterol dan minuman fermentasi daun sirsak juga dapat menurunkan kadar kolesterol sebesar 24,09%. Akan tetapi, penurunan kadar kolesterol pada tikus yang diberi pakan kolesterol dan minuman fermentasi daun sirsak memiliki nilai yang lebih rendah bila dibandingkan dengan tikus yang diberi "simvastatin" memiliki nilai sebesar 31,83%. Persentase penurunan kadar kolesterol pada tikus yang diberi pakan kolesterol dan "simvastatin" memiliki nilai 1,3 kali lebih tinggi dibandingkan dengan tikus yang diberi minuman fermentasi daun sirsak.

Minuman fermentasi daun sirsak dapat menurunkan kadar kolesterol karena mengandung bakteri probiotik. Bakteri probiotik dapat menghidrolisis asam empedu untuk diekskresikan melalui feses (Shibata, 2012). Kekurangan asam empedu akan disintesis dari kolesterol sehingga kadar kolesterol dalam tubuh dapat menurun (Ooi dan Liong, 2010). Bakteri probiotik dapat menurunkan kadar kolesterol dengan terjadinya mekanisme asimilasi kolesterol. Kolesterol akan berikatan pada membran sel bakteri asam laktat sehingga kadar kolesterol dalam tubuh menurun (Pratama dan Probosari, 2012). Menurut Chiang *et al.* (2008), bakteri asam laktat juga dapat menurunkan kadar kolesterol dengan cara mendegradasi kolesterol menjadi coprostanol yang tidak dapat diserap oleh usus sehingga dapat dibuang melalui feses. Bakteri probiotik dapat memfermentasi serat larut untuk menghasilkan lemak rantai pendek seperti asam butirat, propionat dan asetat yang dapat berkompetisi dengan HMG-KoA untuk berikatan enzim reduktase sehingga dapat menghambat sintesis kolesterol pada hati.(Chen *et al.*, 2011).

Minuman fermentasi daun sirsak mengandung senyawa flavonoid, tanin, dan serat pangan larut yang dapat menurunkan kadar kolesterol dalam darah. Menurut Muflikhatun

dan Murwani (2014), senyawa flavonoid dapat menghambat aktivitas enzim HMG-KoA reduktase yang berperan dalam sintesis kolesterol. Senyawa tanin dan serat pangan larut yang terdapat pada minuman fermentasi daun sirsak dapat mengikat asam empedu sehingga dapat menurunkan kadar kolesterol. Senyawa tanin juga dapat menghambat kerja HMG-KoA reduktase dan Asil Koenzim A kolesterol asiltransferase (ACAT) yang berperan dalam absorpsi kolesterol dan membawanya ke dalam darah (Dhesti dan Widyaningsih, 2014).

Simvastatin merupakan obat yang digunakan untuk mengontrol kadar kolesterol dalam darah. Simvastatin termasuk dalam kelas statin dan merupakan senyawa sintetik yang berasal dari hasil fermentasi *Aspergillus terreus*. Simvastatin dapat menghambat proses sintesis kolesterol. Hal ini disebabkan simvastatin dapat menghambat HMG-KoA reduktase sehingga dapat menghambat pembentukan kolesterol. Simvastatin sangat efektif karena dapat menghambat kerja hati untuk memproduksi kolesterol sehingga dapat menurunkan kolesterol dalam darah (Pichandi *et al.*, 2011).

Kadar LDL

Low Density Lipoprotein (LDL) merupakan salah satu lipoprotein yang digunakan untuk membawa kolesterol menuju ke jaringan tubuh. Analisis kadar LDL pada tikus percobaan dilakukan sebanyak 2 kali, yaitu sebelum diberi perlakuan minuman fermentasi daun sirsak dan setelah diberi perlakuan minuman fermentasi daun sirsak. Hasil kadar LDL pada darah tikus yang diberi perlakuan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil kadar LDL pada tikus percobaan

Kelompok tikus	Sebelum perlakuan (mg/dl)	Setelah perlakuan (mg/dl)	Penurunan (%)
A	33,20±4,10	29,40±8,91	11,45
B	29,60±14,99	23,20±0,85	21,62
C	27,45±8,41	20,30±0,28	26,04
D	24,25±0,21	19,50±0,71	19,59

Keterangan: A: tikus normal + akuades (kontrol negatif); B: tikus normal + minuman fermentasi daun sirsak; C: tikus kolesterol + simvastatin (kontrol positif); D: tikus kolesterol + minuman fermentasi daun sirsak

Berdasarkan Tabel 5 menunjukkan bahwa pemberian pakan kolesterol pada tikus percobaan tidak dapat meningkatkan kadar LDL dalam darah. Tikus normal memiliki kadar LDL 7-27,2 mg/dl (Stapleton *et al.*, 2010). Pada Tabel 5 menunjukkan bahwa minuman fermentasi daun sirsak dapat menurunkan kadar LDL dalam darah tikus. Persentase penurunan kadar LDL pada tikus normal yang diberi minuman fermentasi memiliki nilai 2 kali lebih tinggi dibandingkan dengan tikus normal yang diberi akuades. Persentase penurunan kadar LDL pada tikus kolesterol yang diberi "Simvastatin" memiliki nilai 1,3 kali lebih tinggi bila dibandingkan dengan minuman fermentasi daun sirsak.

Minuman fermentasi dapat menurunkan kadar LDL pada darah tikus. Minuman fermentasi daun sirsak terpilih mengandung serat larut sebesar 1,58% dan bakteri asam laktat sebesar $4,7 \times 10^8$ CFU/ml yang dapat menurunkan kadar LDL pada darah. Serat larut

dapat mengikat asam lemak, kolesterol dan asam empedu menuju ke usus besar untuk dibuang melalui feses (Kusumastuty, 2014). Kekurangan asam empedu akan disintesis secara alami dari kolesterol yang diambil dari peredaran tubuh. Penyerapan kolesterol menyebabkan kadar VLDL mengalami penurunan. Penurunan kadar VLDL menyebabkan kadar LDL juga mengalami penurunan karena LDL disintesis dari VLDL (Diass dan Estiasih, 2014). Bakteri probiotik dapat mensintesis niasin yang berguna untuk menurunkan mobilisasi pembentukan VLDL yang dapat dikonversi menjadi LDL pada darah. Hal ini dapat menyebabkan penurunan LDL pada darah (Pratama dan Probosari, 2012).

Simvastatin dapat menurunkan kadar LDL dalam darah tikus. Simvastatin dapat menghambat enzim HMG-KoA reduktase sehingga dapat menurunkan konsentrasi kolesterol di dalam hati. Hal ini menyebabkan sel hati akan mensintesis LDL reseptor. LDL reseptor terdapat pada membran sel pada hati dan mampu mengikat LDL dan VLDL untuk disirkulasi ke dalam hati yang akan diproses menjadi asam empedu (Pichandi *et al.*, 2011).

Kadar HDL

High Density Lipoprotein (HDL) merupakan salah satu lipoprotein yang digunakan untuk mengantarkan kolesterol menuju ke hati. Hasil kadar HDL pada darah tikus yang diberi perlakuan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil kadar HDL pada tikus percobaan

Kelompok tikus	Sebelum perlakuan (mg/dl)	Setelah perlakuan (mg/dl)	Peningkatan (%)
A	29,45±0,21	39,20±24,04	33,11
B	30,10±2,97	40,90±1,27	35,89
C	31,00±7,78	19,45±5,02	-37,26
D	31,80±4,10	36,05±3,18	13,37

Keterangan: A: tikus normal + akuades (kontrol negatif); B: tikus normal + minuman fermentasi daun sirsak; C: tikus kolesterol + simvastatin (kontrol positif); D: tikus kolesterol + minuman fermentasi daun sirsak; tanda (-) menunjukkan terjadinya penurunan

Berdasarkan Tabel 6 menunjukkan bahwa setiap kelompok perlakuan tikus memiliki kadar HDL yang rendah. Tikus normal memiliki kadar HDL >35 mg/dl (Hartoyo *et al.*, 2008). Pada Tabel 6 menunjukkan bahwa minuman fermentasi daun sirsak dapat meningkatkan kadar HDL dalam darah tikus. Pada tikus normal yang diberi akuades, tikus normal yang diberi minuman fermentasi daun sirsak dan tikus kolesterol yang diberi minuman fermentasi daun sirsak dapat meningkatkan kadar HDL sebesar 33,11%, 35,89% dan 13,37%.

Minuman fermentasi daun sirsak mengandung senyawa fitokimia yang dapat berguna sebagai antioksidan. Antioksidan dapat meningkatkan mRNA Apo A1 yang berfungsi untuk mensintesis Apo A1 yang merupakan komponen utama pembentukan HDL (Riesanti *et al.*, 2012). Minuman fermentasi daun sirsak mengandung serat larut dan bakteri probiotik. Bakteri probiotik dapat memfermentasi serat larut yang dapat menghasilkan lemak rantai pendek propionat berkompetisi dengan HMG-KoA sehingga dapat menghambat sintesis kolesterol pada hati. Penurunan kolesterol intrasel menyebabkan meningkatnya kadar HDL untuk membawa kolesterol dari peredaran tubuh menuju ke hati (Diass dan Estiasih, 2014).

Pada tikus kolesterol yang diberi "Simvastatin" mengalami penurunan kadar HDL pada darah sebesar 37,26%. Kadar HDL pada darah dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan genetik. Penurunan HDL pada darah tikus dapat disebabkan oleh penggunaan HDL didalam darah untuk sintesis senyawa steroid seperti hormon dan garam empedu di hati (Rosadi *et al.*, 2013).

Kadar Trigliserida

Trigliserida merupakan salah satu jenis lemak dalam darah yang digunakan oleh tubuh untuk diubah menjadi energi. Hasil kadar trigliserida pada darah tikus dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Hasil kadar trigliserida pada tikus percobaan

Kelompok tikus	Sebelum perlakuan (mg/dl)	Setelah perlakuan (mg/dl)	Penurunan (%)
A	76,60±13,86	93,45±16,05	-22,00
B	72,80±16,40	64,85±0,49	10,92
C	98,35±40,80	79,25±19,16	19,42
D	182,45±96,66	142,45±54,80	21,92

Keterangan: A: tikus normal + akuades (kontrol negatif); B: tikus normal + minuman fermentasi daun sirsak; C: tikus kolesterol + simvastatin (kontrol positif); D: tikus kolesterol + minuman fermentasi daun sirsak; tanda (-) menunjukkan terjadinya peningkatan

Berdasarkan Tabel 7 menunjukkan bahwa pemberian pakan kolesterol pada tikus percobaan dapat meningkatkan kadar trigliserida dalam darah pada kelompok D. Pakan kolesterol yang diberikan pada kelompok C tidak dapat meningkatkan kadar trigliserida dalam darah. Tikus normal memiliki kadar trigliserida <180 mg/dl (Hartoyo *et al.*, 2008). Berdasarkan Tabel 7 dapat dilihat bahwa pada tikus yang diberi pakan standar dan akuades terjadi peningkatan trigliserida sebesar 22,00%. Tikus yang diberi pakan standar dan minuman fermentasi daun sirsak mengalami penurunan kadar trigliserida sebesar 10,92%. Pada tikus yang diberi pakan kolesterol dan minuman fermentasi daun sirsak memiliki nilai persentase penurunan sebesar 21,92% dan memiliki nilai yang hampir sama terhadap kadar trigliserida pada tikus yang diberi pakan kolesterol dan "Simvastatin" sebesar 19,42%.

Minuman fermentasi yang mengandung probiotik dapat menurunkan kadar trigliserida. Hal ini disebabkan probiotik dapat menghasilkan enzim lipase yang mampu memecah molekul lemak menjadi molekul yang sederhana dan menjadi substrat yang mudah dicerna (Sudha *et al.*, 2009). Bakteri probiotik juga dapat menurunkan aktivitas asetil KoA karboksilase yang berperan dalam sintesis asam lemak sehingga kadar trigliserida menurun (Sarwono *et al.*, 2012).

Minuman fermentasi daun sirsak mengandung serat dan flavonoid yang dapat menurunkan kadar trigliserida dalam darah. Serat mampu mengendalikan kadar trigliserida dalam tubuh dengan cara menghambat penyerapan lemak di dalam usus. Serat mampu mengikat lemak yang menyebabkan lemak akan keluar bersamaan dengan serat melalui feses. Flavonoid dapat meningkatkan aktivitas enzim lipoprotein lipase yang berfungsi untuk mengendalikan kadar trigliserida dalam tubuh (Octavia dan Widyastuti, 2014).

Simvastatin dapat menurunkan kadar trigliserida dalam darah. Simvastatin dapat meningkatkan aktivitas lipoprotein lipase dengan cara meningkatkan mRNA lipase. Simvastatin juga dapat menghambat enzim *diacyl glycerol acyl transferase* yang merupakan katalis dalam pembentukan trigliserida di dalam hati (Heba *et al.*, 2013).

KESIMPULAN

Pada penelitian ini, minuman fermentasi daun sirsak menggunakan bakteri asam laktat *S. thermophilus*, *L. acidophilus*, dan *L. plantarum*. Waktu optimum untuk pertumbuhan bakteri asam laktat *S. thermophilus*, *L. acidophilus*, dan *L. plantarum* adalah 14 jam. Produk minuman fermentasi daun sirsak terpilih pada penelitian ini adalah dengan penambahan gula sebesar 4% dan susu skim sebesar 2%. Minuman fermentasi daun sirsak terpilih tergolong dalam minuman dengan toksisitas yang rendah. Minuman fermentasi daun sirsak terpilih mengandung senyawa steroid, flavonoid, tanin terkondensasi, fenolik, serat pangan, dan serat pangan larut.

Minuman fermentasi daun sirsak terpilih dapat mempertahankan kesehatan tikus dengan melihat kondisi fisik tikus yang memiliki bulu lebat, refleks pupil normal, keseimbangan normal, refleks kaki normal, dan refleks buntut normal. Tikus yang diberi minuman fermentasi mengalami penurunan aktivitas fisik seiring dengan peningkatan berat badan dan usia tikus. Minuman fermentasi daun sirsak terpilih dapat mempertahankan mikroflora dalam usus. Minuman fermentasi daun sirsak terpilih yang diberikan kepada tikus dapat menurunkan kadar total kolesterol, LDL dan trigliserida serta meningkatkan HDL.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada LPPM UPH atas dukungan dan kontribusinya dalam pelaksanaan penelitian serta penulisan artikel.

DAFTAR PUSTAKA

- Cheik, N.C.; Rossi, E.A.; Guerra, R.L.F.; Tenório, N.M.; Nascimento, C.M.O.; Viana, F.P.; Manzoni, M.S.J.; Carlos, I.Z.; Silva, P.L.; Vendramini, R.C.; dan Dâmaso, A.R. 2008. *Effect of Ferment Soy Product on The Adipocyte Area Reduction and Dyslipidemia*. Lipid in Health and Disease. Volume 7, No 50, p 1-9.
- Chen, Zhen-Yu; Ka Ying Ma; Yintong Liang; Cheng Peng; dan Yuanyuan Zuo. 2011. *Role and classification of cholesterol-lowering functional Foods*. Journal of Functional Food. Volume 3, p 61-69.
- Chiang, Yin Ru; Wael Ismail; Dimitri, Heintz; Christine Schaeffer; Alain Van Dorsselaer; dan Georg Fuchs. 2008. *Study of Anoxic and Oxic Cholesterol Metabolism by Sterolibacterium denitrificans*. Journal of Bacteriology. Volume 190, No 3, p 905-914.
- Codex Alimentarius Commission. 2003. *Codex Standard for Fermented Milks*, Codex Alimentarius Commission.

- Dhesti, Adin Pritanggo dan Tri Dewanti Widyaningsih. 2014. *Pengaruh Pemberian Liang Teh Berbasis Cincau Hitam (Mesona palustris BL.) Terhadap Kadar Kolesterol Tikus Wistar*. Jurnal Pangan dan Agroindustri. Volume 2, No 2, p 103-109.
- Diass, Wijaya Christamanda dan Teti Estiasih. 2014. *Pengaruh Senyawa Bioaktif Umbi-umbian Keluarga Dioscoreaceae Terhadap Kondisi Profil Lipid Darah: Kajian Pustaka*. Jurnal Pangan dan Agroindustri. Volume 3, No 2, p 424-430.
- Dixit, Gauri; Deepti Samarth; Vidya Tale dan Rama Bhadekar. 2013. *Comparative studies on potential probiotic characteristics of Lactobacillus acidophilus strains*. EurAsian Journal of BioSciences. Volume 7, p 1-9.
- Ejtahed, H.S; J. Mohtadi-Nia; A. Homayouni-Rad; M. Niafar; M. Asghari-Jafarabadi; V. Mofid dan A. Akbarian-Moghari. 2011. *Effect of probiotic yogurt containing Lactobacillus acidophilus and Bifidobacterium lactis on lipid profile in individuals with type 2 diabetes mellitus*. Journal of Dairy Science Volume 94, No 7, p 3288–3294.
- Hartoyo, Arif; Dahrulsyah; Nurheni Sripalupi; dan Purwono Nugroho. 2008. *Pengaruh Fraksi Karbohidrat Kacang Komak (Lablab purpureus (L.) sweet) Terhadap Kolesterol dan Malonaldehid Serum Tikus Percobaan yang Diberi Ransum Tinggi Kolesterol*. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan. Volume 19, No 1, p 25-31.
- Heba, Mahmoud M; Hala F. Zaki; Gamal A. El Sherbiny; dan Hekma A. Abd El-Latif. 2014. *Effect of Simvastatin and Vitamin E on Diet-Induced Hypercholesterolemia in Rats*. British Journal of Pharmacology and Toxicology. Volume 5, No 1, p 16-25.
- Kusumastuty, Inggita. 2014. *Sari Buah Markisa Ungu Mencegah Peningkatan MDA Serum Tikus Dengan Diet Aterogenik*. Indonesian Jurnal of Human Nutrition. Volume 1, No 1, p 50-56.
- Muflikhatur, Siti R dan Hesti Murwani R. 2014. *Perbedaan Pengaruh Antara Ekstrak Dan Rebusan Daun Salam (Eugenia polyantha) Dalam Pencegahan Peningkatan Kadar Kolesterol Total Pada Tikus Sprague Dawley*. Journal of Nutrition College, Volume 3, No 1, p 142-149.
- Nawangsari, D.; N, A.M. Legowo; dan Sri Mulya. 2012. *Kadar Laktosa, Keasaman dan Total Bahan Padat Whey Fermentasi dengan Penambahan Jus Kacang Hijau*. Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan. Volume 1, No 1, p 12-14.
- Octavia, Zana Fitriana dan Nurmasari Widyastuti. 2014. *Pengaruh Pemberian Jus Daun Ubi Jalar (Ipomoea batatas (L.) Lam) Terhadap Kadar Trigliserida Tikus Wistar Jantan (Rattus norvegicus) Yang Diberi Pakan Tinggi Lemak*. Journal of Nutrition College. Volume 3, No 4, p 838-847.
- Ooi, Lay-Gaik dan Min-Tze Liong. 2010. *Cholesterol-Lowering Effects of Probiotics and Prebiotics: A Review of in Vivo and in Vitro Findings*. International Journal of Molecular Sciences. Volume 11, p 2499-2522.
- Pichandi, Suresh; Palanisamy Pasupathi; YY Raoc; Farook J; Athimoolam Ambika; Babu Shankar Ponnusha; Sathiyamoorthy Subramaniam; dan Rajaram Virumandye. 2011. *The Role of Statin Drugs in Combating Cardiovascular diseases*. International Journal of Current Scientific Research. Volume 1, No 2, p 47-56.

- Pratama, Sandi Eka, dan Enny Probosari. 2012. *Pengaruh Pemberian Kefir Susu Sapi Terhadap Kadar Kolesterol LDL Tikus Jantan Sprague Dawley Hiperkolesterolemia*. Jurnal of Nutrition College. Volume 1, No 1, p 358-364.
- Shilpi, Ahluwalia dan Kumar P. *Effect of Yoghurt Cultures and Probiotic Cultures on Physicochemical and Sensory Properties of Mango Soy Fortified Probiotic Yoghurt (Msfp)*. Journal Food Process Technology. Volume 4, No 6, Halaman 1-8, 2013.
- Shibata, Hirofumi; Noriko Nishitani; Sayuri Yaohara; Naokatu Arakaki; Tomihiko Higuti; Kazuyoshi Kawazoe; dan Kazuo Minakuchi. 2012. *Simvastatin represses translocation of Pseudomonas aeruginosa across Madin-Darby canine kidney cell monolayers*. The Journal of Medical Investigation. Volume 59, p 186-191.
- Stapleton Phoebe A; Adam G Goodwill; Milinda E James; Robert W Brock; dan Jefferson C Frisbee. 2010. *Review of Hypercholesterolemia and Microvascular dysfunction: interventional strategies*. Journal of Inflammation. Volume 7, No 54, p 1-10.
- Slavin, Joanne L dan Beate Lloyd. 2012. *Health Benefits of Fruit and Vegetables*. *Advances in Nutrition*. An International Review Journal. No 3, p 506-516.
- Sudha, M.Ratna; Prashant Chauhan; Kalpana Dixit; Sekhar Babu; dan Kaiser Jamil. 2009. *Probiotics as complementary therapy for hypercholesterolemia*. Biology and Medicine, Volume 1, No 4, p 1-13.
- Suryaningrum, Theresia Dwi; Wizza Wirasty Pramadhany; dan Thamrin Wikanta. 2007. *Penapisan Senyawa Antibakteri dan Toksisitas dari Spons Asal Perairan Pulau Bonerate Sulawesi Selatan*. Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan. Volume 2, No 1, p 45-53.
- Wijoyo, Stevella. *Studi Aktivitas Seduhan "Teh Hijau" Daun Sirsak Sebagai Antidiabetes*. Skripsi Universitas Pelita Harapan. Karawaci, 2014.
- Yadav, Hariom; Ji-Hyeon Lee; John Lloyd; Peter Walter; dan Sushil G. Rane. 2013. *Beneficial Metabolic Effects of a Probiotic via Butyrate-induced GLP-1 Hormone Secretion*. The Journal of Biology Chemistry. Volume 288, No 35, p 25088–25097.
- Yerlikaya, Oktay. 2014. *Starter Cultures Used In Probiotic Dairy Product Preparation and Popular Probiotic Dairy Drinks*. Journal Food Science and Technology. Volume 34, No 2.

T4-MG 37

ANALISIS CEMARAN *Escherichia coli* O157:H7 DI SUSU DAN SALAD SAYUR DENGAN REAL TIME PCR

Eva Nikastri, Suci Yuliangsih dan Tanti Lanovia
Pusat Riset Obat dan Makanan, Badan POM
Jl. Percetakan Negara No. 23, Jakarta, Indonesia

nikastrie@yahoo.com

ABSTRACT

Escherichia coli O157: H7 is a foodborne pathogen, when entry in the human digestive tract can caused illness and even death. Some cases have occurred are contamination of frozen meat products, milk, juice and salad. This study focuses on the isolation and identification of *E. coli* O157: H7 on milk and salad products. Contamination of *E. coli* O157: H7 on salad products can be sourced from fertilizers derived from animal waste. Identification and quantification was using a Real Time Polymerase Chain Reaction (Real Time PCR). Negative controls for specificity are *Escherichia coli* ATCC 25922, *S. Typhimurium* (ATCC 14028), *E. aerogenes* (ATCC 13048), *B. subtilis*, *Listeria monocytogenes*, *S. sonnei* and *C. mytjensii*. Isolates DNA was amplified using reagents KAPA Fast Probe Master Mix, primers and specific probes labeled with FAM and BHQ. Development of the analytical method for *E. coli* O157: H7 on milk and salad products based on artificial contamination. It was using Qiagen diagnostic kit which has been modified, with the forward primer Stx1-418-F (SynthID 1,222,546), reverse primer Stx1-617-R (SynthID 1,222,547) and probe STX1-P. Validation parameters obtained for accuracy in the form of recovery from 92.07 to 119.70% ($R^2 = 0.9671$), and a precision of 7.31% RSD. Limit of Detection (LOD) obtained was 7,0 CFU/mL with $R^2 = 0.9771$. Based on the specificity of primer, showed that this method can detect other than *E. coli* O157: H7, such as *L. monocytogenes*, *S. Typhimurium*, *B. subtilis*, *C. sakazakii* and *S. sonnei* but with a different Ct values obtained for *E. coli* O157: H7 at 16.94 while for other bacterial Ct above 34.0.

Keywords : *E. coli* O157:H7, Real Time PCR, validation

ABSTRAK

Bakteri patogen *Escherichia coli* O157:H7 merupakan foodborne pathogen, bila masuk dalam saluran pencernaan manusia dapat menyebabkan sakit bahkan kematian. Beberapa kasus yang telah terjadi adalah tercemarnya produk daging beku, susu, jus dan salad sayur. Penelitian ini menitik beratkan pada isolasi dan identifikasi *E. coli* O157:H7 pada susu dan produk salad sayur. Kontaminasi *E. coli* O157:H7 pada produk salad dapat berasal dari sayur yang tercemar pupuk yang berasal dari kotoran hewan. Identifikasi dan kuantifikasi menggunakan alat Real Time Polymerase Chain Reaction. Kontrol negatif untuk uji spesifisitas adalah *Escherichia coli* ATCC 25922, *S. Typhimurium* (ATCC 14028), *E. aerogenes* (ATCC 13048), *B. Subtilis*, *Listeria monocytogenes*, *S. Sonnei*, dan *C. Mytjensii*. Isolat DNA di amplifikasi menggunakan pereaksi KAPA Probe Fast Master Mix, primer dan probe spesifik yang dilabel dengan FAM dan BHQ. Pengembangan metode analisis *E. coli* O157:H7 pada susu dan produk salad sayur menggunakan metode kit diagnostik Qiagen yang telah dimodifikasi, dengan primer forward Stx1-418-F (SynthID 1222546) dan primer reverse Stx1-617-R (SynthID 1222547) dan probe STX1-P. Pengembangan metode ini berdasarkan kontaminasi buatan (spiked sample). Parameter validasi yang diperoleh untuk akurasi berupa recovery 92,07-119,70% ($R^2 = 0,9671$), dan RSD presisi sebesar 7,31%. Limit of Detection (LOD) yang diperoleh adalah 10 CFU/mL dengan $R^2 = 0,9771$. Parameter validasi yang diperoleh untuk spesifisitas adalah spesifik untuk *E. coli* O157:H7 walaupun dapat mendeteksi untuk kontrol negatif lainnya seperti *L. monocytogenes*, *S. Typhimurium*, *B. subtilis*, *C. sakazakii*

dan *Shigella sonnei* karena nilai Ct yang diperoleh untuk *E. coli* O157:H7 pada 16,94 sedangkan Ct untuk bakteri lainnya di atas 34,0.

Kata kunci : *E. coli* O157:H7, Real Time PCR, validation

PENDAHULUAN

Keracunan pangan adalah penyakit yang disebabkan infeksi atau intoksikasi akibat mengkonsumsi makanan, minuman atau air yang telah terkontaminasi (Sharp dan Reilly, 2000). Kejadian Luar Biasa (KLB) keracunan pangan di Indonesia dapat terjadi akibat kontaminasi mikroba patogen atau bahan kimia berbahaya seperti toksin alami, pestisida, logam berat dan lain-lain. Salah satu permasalahan KLB keracunan pangan adalah tidak diketahuinya penyebabnya karena data epidemiologi di lapangan tidak lengkap, sampel tidak representatif, hasil pengujian sampel negatif atau salah menetapkan hipotesa. Berdasarkan Laporan Tahunan Badan POM (tahun 2010-2013), KLB keracunan pangan akibat cemaran mikroba lebih banyak dibanding kimia. Dari Laporan tersebut juga dapat dinyatakan bahwa sumber pangan penyebab KLB terbesarnya berasal dari masakan rumah tangga, jasa boga dan pangan jajanan. Salah satu produk pangan hasil masakan rumah tangga, jasa boga dan pangan jajanan yang banyak dikonsumsi masyarakat adalah susu dan produk salad.

Bakteri patogen yang mungkin sering mengkontaminasi susu dan salad sayur antara lain *E. coli*, *S. aureus* dan *Salmonella*. Dalam kurun tahun 1982-2007, *E. coli* O157:H7 merupakan bakteri yang terus-menerus menyebabkan penyakit melalui STEC (*shiga-like toxin E. coli*). *E. coli* O157:H7 bersifat tidak tahan panas tetapi tahan pembekuan dan pH rendah. Dalam dua tahun terakhir, STEC juga telah mengakibatkan penyakit di berbagai negara bagian di Amerika Serikat karena konsumsi bayam siap santap. *E. coli* O157:H7 juga mengakibatkan diare berdarah (*hemorrhagic colitis*) dan gagal ginjal (*hemolytic uremic syndrome*) terutama pada anak-anak dan lansia (Hariyadi, 2004). Selain itu, belum lama ini, pada tahun 2011 yang lalu, telah terjadi KLB di Jerman. Pemerintah Jerman melaporkan bahwa KLB ini berasal dari kecambah. Korban mengalami diare berdarah dan *hemolytic uremic syndrome* (HUS). Bahan pangan yang sering terkontaminasi *E. coli* antara lain salami ayam, salami sapi, salami babi selama penyembelihan, ikan dan pangan hasil laut lainnya, telur dan produk olahannya, sayuran, buah-buahan, sari buah, serta bahan minuman seperti susu dan lainnya.

Untuk mengetahui penyebab KLB keracunan pangan, pangan yang diduga sebagai penyebabnya perlu diuji di laboratorium agar untuk selanjutnya dapat dilakukan langkah-langkah pencegahan dan penanggulangan. Salah satu metode yang dapat dilakukan adalah secara molekular dengan cara isolasi dan amplifikasi DNA bakteri patogen menggunakan PCR. PCR adalah salah satu metode *in vitro* untuk memperbanyak sekuens DNA tertentu. Metode ini jauh lebih cepat dan spesifik dibanding metode konvensional.

Perkembangan PCR yang lebih nyaman digunakan adalah *Real-time* PCR, yaitu amplifikasi PCR dan verifikasi dilakukan sekali jalan dengan *probe* khusus (oligonukleotida berlabel fluoresen yang spesifik terhadap gen target). *Real-time* PCR melakukan amplifikasi

dan deteksi dalam satu tahapan sebab akumulasi produk spesifik dicatat secara kontinyu selama siklus. Kuantitas produk *Real-time* PCR dihitung berdasarkan *threshold cycle* (Ct) yaitu waktu dimana intensitas fluoresen lebih besar daripada fluoresen yang ditimbulkan oleh *noise* (*background fluorescence*). Kuantitas produk *Real-time* PCR dihitung berdasarkan *threshold cycle* (Ct) yaitu waktu dimana intensitas fluoresen lebih besar daripada fluoresen yang ditimbulkan oleh *noise* (*background fluorescence*).

Dalam beberapa jurnal (Phuektes *et al.*, 2001; Meiri-Bendek *et al.*, 2002; Ramesh *et al.*, 2002), tahapan preparasi sampel untuk mengisolasi DNA yang berkualitas tinggi dari bakteri dalam susu, juga merupakan hal yang sering menjadi masalah dan membutuhkan waktu semalaman untuk prosedur pengkayaan yang selektif. Pertama, kesulitan-kesulitan ini diakibatkan oleh sedikitnya konsentrasi DNA patogen yang ada dalam sampel. Kedua, berbagai faktor yang mempengaruhi DNA recovery, termasuk tingkat lisis sel, ikatan DNA dengan material, dan pemutusan atau degradasi DNA.

Badan POM adalah institusi pemerintah yang salah satu wewenangannya adalah mengawasi keamanan produk pangan yang beredar di masyarakat. Oleh sebab itu sejak tahun 2008 di Bidang Keamanan Pangan, Pusat Riset Obat dan Makanan telah melakukan riset pengembangan metode analisis untuk mendeteksi beberapa bakteri patogen pada sampel pangan. Penggunaan sampel pangan ini adalah sebagai tahap lanjutan dari penggunaan model pangan pada tahun 2007. Hasil penelitian-penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pita DNA dari beberapa bakteri patogen yang diperoleh masih tipis, karena DNA yang diperoleh sedikit, pengaruh pengotor yang berasal dari matriks pangan dan primer yang digunakan belum spesifik.

Metode analisis yang telah dikembangkan harus divalidasi. Validasi metode analisis PCR yaitu melakukan amplifikasi menggunakan kontrol positif (standar), kontrol negatif, dan sampel. Kontrol negatif adalah bakteri yang sudah diketahui secara pasti tidak mengandung *amplificate target* yang dimaksud, sedangkan kontrol positif sebaliknya. Validasi metode kuantitatif menurut Trullols *et al.* (2004) mempunyai 7 (tujuh) parameter yang harus dipenuhi, yaitu (1) akurasi (ketepatan dan presisi, *accuracy*), (2) ketidakpastian (*uncertainty*), (3) sensitivitas dan spesifisitas, (4) selektifitas : interferensi, (5) daerah linier pengukuran dan daerah kerja (*linearity and range*), (6) limit deteksi dan (7) ketangguhan dan kekuatan (*Ruggedness and Robustness*). Parameter yang dipilih berdasarkan metode analisis yang akan divalidasi.

Validasi metode analisis dibagi menjadi 2 kelompok berdasarkan batas maksimum yang dipersyaratkan. Untuk persyaratan negatif seperti pada *L.monocytogenes* dan *E.coli* jenis EHEC O157:H7, validasi yang dilakukan adalah validasi kualitatif, sedangkan untuk *S.aureus* yang memiliki batas maksimum dalam pangan, validasi yang dilakukan adalah validasi kuantitatif.

Tujuan penelitian ini adalah melakukan pengembangan metoda analisis untuk isolasi *Deoxyribonucleic Acid* (DNA) bakteri patogen *Escherichia coli* O157:H7 dalam produk susu dan salad sayur yang disimpan dingin. Isolasi DNA dari matriks pangan menggunakan metode kit komersial Qiagen kemudian diidentifikasi dan diidentifikasi menggunakan alat

Real Time Polymerase Chain Reaction. Prinsipnya dilakukan kontaminasi buatan (*artificial contamination*) *Escherichia coli* O157:H7 ke dalam sampel susu dan salad sayur dingin dan kemudian DNA target diisolasi. Isolat DNA diamplifikasi dengan menggunakan pereaksi KAPA Probe Fast Master Mix, primer dan probe spesifik. Probe dilabel dengan FAM dan BHQ dan dideteksi menggunakan *Real Time* PCR. Pembacaan produk hasil *Real-Time* PCR ditampilkan dalam bentuk grafik amplifikasi dan kurva standar. Tahapan validasi metoda analisis meliputi penentuan spesifisitas, limit deteksi, keseksamaan ataupun presisi, dan kecermatan atau akurasi.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Sampel yang digunakan adalah susu dan salad sayur yang dijual di supermarket dan disimpan dingin. Sebagai baku pembandingan (kontrol positif) digunakan *E. coli* O157:H7 (2126, Kyoto). Untuk kontrol negatif digunakan *Escherichia coli* ATCC 25922, *S. Typhimurium* (ATCC 14028), *E. aerogenes* (ATCC 13048), *B. subtilis*, *Listeria monocytogenes*, *S. sonnei*, dan *C. mycetemoralis*. Media untuk pertumbuhan dan isolasi bakteri adalah Sorbitol MacKonkey Agar (media selektif *E. coli* O157:H7), cemitex tellurite, *Eosin Methylene Blue* Agar (EMBA, Oxoid), *Nutrient Agar*, *Nutrient Broth* dan *Trypticase Soy Broth* (TSB, Oxoid) dan XLDA.

Bahan isolasi DNA meliputi kit diagnostik (QIAamp DNA Mini and Blood Mini 250 rx) terdiri dari bufer AL, bufer AW 1, bufer AW 2, dan bufer AE. Proteinase K (Nacalai Tesque), CTAB (Merck), PBS (Merck), EDTA Solution (Merck), Tris HCl solution (USB), Etanol absolut (Merck), RNase A (USB), dan RNase free water (USB). Bahan *Real Time* PCR antara lain KAPA Probe Fast Mastermix (2x) Bio Rad iCycler (KAPA), primer *forward* Stx1-418-F (SynthID 1222546) dan primer *reverse* Stx1-617-R (SynthID 1222547), dan probe Stx1-P. Instrumen utama yang digunakan adalah *Real Time* PCR-IQ5 (BioRAD), *laminar air flow*, spektrofotometer UV-1800 (Shimadzu), *refrigerator microcentrifuge* (Hettich) dan peralatan gelas lainnya.

Metode

1. Persiapan Kultur Bakteri dan Sampel

Bakteri uji ditumbuhkan di media spesifiknya masing-masing. Untuk pengembangan metode analisis disiapkan sampel negatif yaitu susu dan salad sayur yang telah disterilkan. Sampel positif yaitu sampel yang dispike dengan *E. coli* O157:H7 pada konsentrasi 10^0 , 10^1 , 10^2 , 10^3 , 10^4 dan 10^5 CFU/ml. Sampel yang telah dispike, diaduk/dikocok agar homogen dan diinkubasi pada 5-10 °C selama 1 jam. Selanjutnya untuk sampel salad sayur dihancurkan menggunakan stomaker selama 15 detik untuk persiapan tahapan selanjutnya yaitu isolasi DNA

2. Ekstraksi DNA

Isolasi DNA dilakukan menggunakan metode ekstraksi kit untuk bakteri Gram Negatif (Metode QIAamp® DNA Blood Mini Kit *Handbook*, 2007, dengan modifikasi Bioteknologi

PROM, 2012). Kultur murni (kontrol positif dan kontrol negatif), sampel negatif dan sampel yang telah dispiki (sampel positif) dihomogenisasi dan diambil masing-masing 1,5 ml ke dalam tabung eppendorf, lalu disentrifus pada kecepatan 10,000 rpm selama 5 menit pada suhu 4 °C. Supernatan dibuang dengan menyisakan \pm 200 μ L larutan dalam tabung, ditambahkan 180 μ L bufer CTAB, dan divortex selama 10 detik. Ditambahkan 20 μ L proteinase K untuk kultur murni atau 100 μ L proteinase K untuk sampel pangan. Diinkubasi pada suhu 65°C selama 1 jam dalam penangas airdan selama inkubasi sampel divortex sebanyak 2-3 kali. Disentrifus 6000 rpm, 20 detik, suhu 4 °C. Dilakukan penambahan RNase A sebanyak 4 μ L, divortex selama 15 detik, diinkubasi pada suhu ruang (30 °C) selama 2 menit. Disentrifus 6000 rpm, 20 detik pada suhu 4 °C. Ditambahkan bufer AL, divortex selama 15 detik, diinkubasi pada 70°C selama 10 menit dan disentrifus 5 detik. Ditambahkan 200 μ L etanol (96-100%), divortex selama 15 detik, disentrifus 5 detik, kemudian pindahkan cairan ke dalam kolom mini yang berada didalam *collection tube*.

Penutup kolom mini kemudian ditutup, disentrifus pada 8000 rpm selama 1 menit pada suhu 4 °C, lalu cairan dalam *collection tube* dibuang. Dibuka dengan hati-hati kolom mini tersebut dan ditambahkan 500 μ L bufer AW1, tabung eppendorf ditutup dan disentrifus pada 8000 rpm selama 1 menit pada suhu 4 °C. Cairan dalam *collection tube* dibuang lalu tempatkan kembali kolom mini pada *collection tube* yang baru. Tutup eppendorf dibuka perlahan lalu ditambahkan 500 μ L bufer AW2, penutup kolom mini ditutup kembali, kemudian disentrifus dengan kecepatan 14000 rpm selama 3 menit pada suhu 4 °C lalu disentrifus kembali selama 1 menit pada suhu 4 °C. *Collection tube* dibuang, kolom mini diletakkan di dalam tabung eppendorf baru. Penutup kolom mini dibuka perlahan dan ditambahkan 200 μ L bufer AE, selanjutnya diinkubasi pada suhu ruang selama 1 menit dan disentrifus pada 10,000 rpm selama 1 menit pada suhu 4 °C. Kemudian tahap selanjutnya ditambahkan kembali 200 μ L bufer AE, diulang disentrifus pada 10,000 rpm selama 1 menit pada suhu 4 °C. Kolom mini dibuang, dan kemudian isolat DNA yang diperoleh disimpan dalam freezer (-20°C) sampai akan digunakan.

Kualitas DNA hasil isolasi ditentukan dengan cara diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV pada panjang gelombang 260 nm dan 280 nm. Hasil pembacaan dari spektrofotometer meliputi absorbansi pada λ 260 nm, absorbansi λ 280 nm, perbandingan antara absorbansi λ 260 nm dan absorbansi λ 280 nm serta konsentrasi DNA (ng/ μ L). Konsentrasi DNA hasil isolasi ditentukan dengan mengukur serapannya pada panjang gelombang λ 260nm (1 unit absorban sebanding dengan 50 μ g/mL dari DNA untai ganda). Kriteria keberterimaan untuk kemurnian DNA hasil isolasi adalah 1,8 – 2,0.

3. Optimasi Suhu Penempelan Primer/Probe (*Annealing*)

Suhu *annealing* dioptimasi dengan mengaktifkan program *gradient* pada instrumen *real time* PCR, kemudian di tentukan rentang suhu yang akan diuji. Protokol *Real Time* PCR *E.coli* O157:H7 (Bellin, et al., 2001) yaitu tahapannya pra-denaturasi 94°C, 120 detik, untuk 40 siklus denaturasi 94°C, 20 detik, *annealing* 60°C, 30 detik.

4. Pembuatan Baku Kerja dan Optimasi Konsentrasi Primer

Pembuatan baku kerja primer dilakukan berdasarkan protokol pengenceran primer dari 1st base (Anonim, 2012). Baku kerja primer dibuat dengan konsentrasi 20 dan 10 μM , selanjutnya dilakukan pengenceran beberapa konsentrasi primer yaitu 4, 8, 12, 16 dan 20 μM yang akan digunakan untuk optimasi konsentrasi primer dengan range konsentrasi akhir 0,1 – 0,5 μM . Optimasi dilakukan dengan menggunakan kultur murni *E.coli* O157:H7. Kemudian dipilih konsentrasi primer yang sesuai/tepat. Konsentrasi primer yang sesuai/tepat adalah konsentrasi primer yang menghasilkan nilai Ct yang paling rendah dan tanpa menghasilkan atau seminimal mungkin menghasilkan *primer-dimer* pada kurva puncak pelelehan (Pestana *et al.* 2010).

5. Pembuatan Baku Kerja dan Optimasi Konsentrasi Pelacak (*Probe*)

Penentuan konsentrasi *probe* dilakukan setelah dilakukan penentuan konsentrasi primer. Pelacak (*probe*) dibuat dengan konsentrasi 20 dan 10 μM , selanjutnya dilakukan pengenceran beberapa konsentrasi primer yaitu 4, 8, 12, 16 dan 20 μM yang akan digunakan untuk optimasi konsentrasi *probe* dengan range konsentrasi akhir 0,1 – 0,5 μM . Optimasi dilakukan dengan menggunakan kultur murni *E.coli* O157:H7. Kemudian dipilih konsentrasi *probe* yang sesuai/tepat. Konsentrasi *probe* yang sesuai/tepat adalah konsentrasi primer yang menghasilkan nilai Ct yang paling rendah dan tanpa menghasilkan atau seminimal mungkin menghasilkan *primer-dimer* pada kurva puncak pelelehan (Pestana *et al.* 2010).

6. Pembuatan Master Mix

Master mix PCR (*probe*) pada penelitian ini terdiri dari 5,5 μl buffer TE, 10 μl KAPA Probe Fast qPCR. Ditambahkan masing-masing 1 μl primer *reverse* dan *forward* pada konsentrasi 6 μM . Ditambahkan 0,5 μl probe konsentrasi 4 μM dan dihomogenisasi. Volume master mix keseluruhan untuk pengujian satu jenis template DNA adalah 18 μl . Bahan-bahan tersebut dicampur dalam satu tabung eppendorf 2 ml berwarna gelap dan divortex. Untuk melakukan pengujian beberapa jenis template DNA, maka volume masing-masing reagensia dikali dengan banyaknya jenis template DNA yang akan diuji pada *real-time* PCR dan dicampur di dalam tabung eppendorf. Sejumlah 18 μl campuran master mix dipipet kedalam setiap *well* yang kemudian ditambahkan dengan 2 μl template DNA, ditutup dengan penutup *well*, selanjutnya divortex pada MixMate PCR 96 dan dimasukkan pada alat *real-time* PCR. Semua pembuatan master mix ini sebaiknya dalam kondisi gelap. Amplifikasi DNA *E. coli* O157:H7 menggunakan *Real Time PCR* (PROM, 2012) pada kondisi protokol *Real Time* PCR pra-denaturasi (94°C, 2 menit), untuk 40 siklus yaitu denaturasi (94°C, 20 detik) dan *annealing* (60°C, 30 detik).

7. Validasi Metode Analisis

Untuk validasi metode analisis, baku kerja primer dibuat dengan konsentrasi 6 μM dan pelacak (*probe*) dengan konsentrasi 4 μM (hasil optimasi metode). Parameter yang diukur adalah akurasi, presisi, spesifisitas dan LOD (*limit of detection*). Akurasi dinyatakan sebagai persen perolehan kembali (*recovery*) analit yang ditambahkan. Akurasi ditentukan dengan cara penambahan kultur murni yang telah diketahui

jumlahnya (5 tingkat konsentrasi) dan dilakukan sebanyak 3 (tiga) kali ulangan. Persen perolehan kembali (*recovery*) dinyatakan sebagai rasio antara hasil yang diperoleh dengan hasil yang sebenarnya dan syarat keberterimaannya adalah $\geq 70\%$ (USP, 2008). Presisi dilakukan dengan cara mengisolasi dan identifikasi kultur murni *E. coli* O157:H7 pada satu konsentrasi dengan menggunakan metode analisis yang telah dikembangkan. Dilakukan sebanyak 10 replikasi (USP, 2008). Kriteria keberterimaannya adalah RSD dibawah 15% (USP, 2008).

Uji spesifisitas dilakukan dengan menguji spesifisitas primer bukan hanya terhadap bakteri uji (kontrol positif) saja, namun terhadap bakteri kontrol negatif. Spesifisitas suatu metode adalah kemampuan untuk hanya mengukur zat tertentu secara spesifik, mampu membedakan dengan adanya bakteri atau komponen lain yang mungkin ada dalam matriks sampel.

Konsentrasi yang diuji untuk menentukan LOD adalah konsentrasi diatas dan dibawah dari kemungkinan nilai LOD (Burd, 2010). Kurva standar dapat digunakan untuk menghitung nilai LOD yaitu dengan memasukkan nilai Ct dari konsentrasi terendah yang masih dapat terdeteksi ke dalam persamaan kurva standar. Semakin rendah konsentrasi analit atau mikroorganisme yang dapat dideteksi, maka semakin tinggi sensitivitas pengujiannya (Burd, 2010).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Optimasi Primer dan Probe

Pada penelitian ini dilakukan optimasi konsentrasi primer akhir yaitu dengan kisaran konsentrasi optimum 100-500 nM. Hasil optimasi konsentrasi primer menunjukkan bahwa primer stx, memiliki nilai Ct terkecil pada konsentrasi berturut-turut adalah 300 nM dan 500 nM. Konsentrasi primer tersebut menghasilkan nilai Ct yang tidak jauh berbeda, sehingga untuk efisiensi penggunaan primer, untuk uji selanjutnya digunakan konsentrasi primer terendah yaitu 300 nM.

Tabel 1. Hasil optimasi primer stx pada kultur murni *E. coli* O157:H7

Baku kerja primer (probe [400 nM])	Konsentrasi primer akhir	Nilai Ct	Nilai Ct Rata-rata
2 μ M	100 nM	15.29	15.51
		15.02	
		14.76	
4 μ M	200 nM	16.90	14.50
		13.92	
		15.70	
6 μ M	300 nM	15.03	14.31
		14.28	
		13.63	
8 μ M	400 nM	14.21	14.23
		13.86	
		14.62	
10 μ M	500 nM	14.32	14.10
		13.87	

Penentuan konsentrasi primer merupakan tahap kritis dalam amplifikasi dengan *real time* PCR serta menjadi hal yang pertama yang perlu dilakukan dalam pengujian *real time* PCR, yaitu dengan mengevaluasi dan mengkaji penggunaan konsentrasi primer yang tepat (Pestana et al., 2010). Hal ini menjadi penting karena konsentrasi primer akan mempengaruhi reaksi dan hasil dari proses amplifikasi *real time* PCR. Konsentrasi primer yang tidak tepat yaitu terlalu rendah, akan menyebabkan primer tidak menempel pada target DNA (*DNA template*), sedangkan konsentrasi primer yang terlalu tinggi akan menyebabkan terjadinya *mispriming*, yaitu primer akan menempel pada non target DNA. Hasil optimasi primer ini juga berada pada rentang konsentrasi yang direkomendasi dari protokol *Kapa Probe Fast qPCR Kitmaster mix*, yaitu untuk memberikan hasil amplifikasi yang optimal, maka konsentrasi primer akhir yang digunakan adalah antara 100 nM – 400 nM.

Hasil optimasi konsentrasi probe akhir dengan kisaran konsentrasi 100-500 nM, dipilih konsentrasi 200 nM karena nilai Ct yang diperoleh kecil dengan konsentrasi probe yang tidak terlalu banyak. Hasil optimasi konsentrasi probe menunjukkan bahwa probe *stx* memiliki nilai CT terkecil pada konsentrasi 500 nM. Nilai CT hasil optimasi dapat dilihat pada Tabel 2.

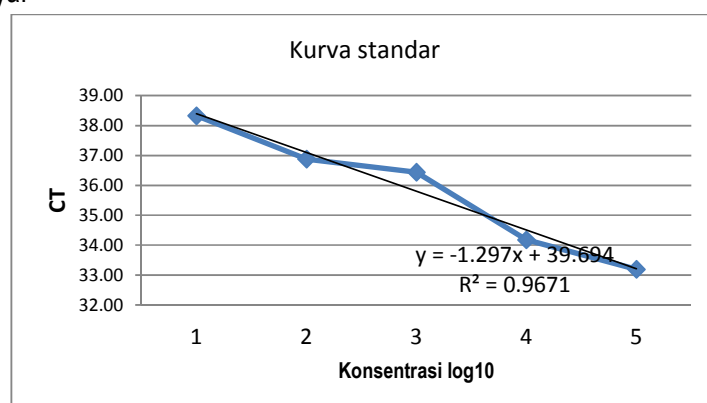
Tabel 2. Hasil optimasi probe *stx* pada kultur murni *E.coli* O157:H7

Baku kerja probe (primer [250 nM])	Konsentrasi probe akhir	Nilai Ct	Nilai Ct Rata-rata
2 μ M	100 nM	15.07	14.55
		14.30	
		14.28	
4 μ M	200 nM	13.87	14.14
		13.88	
		14.67	
6 μ M	300 nM	14.55	15.17
		15.40	
		15.55	
8 μ M	400 nM	14.81	14.88
		14.94	
		13.77	
10 μ M	500 nM	13.53	14.00
		14.69	

Seperti halnya primer, konsentrasi probe yang semakin tinggi atau semakin rendah, tidak menunjukkan semakin optimumnya kerja probe, karena dalam penentuan hasil optimasi konsentrasi probe, konsentrasi probe yang optimum ditunjukkan dengan nilai CT terkecil (Edwards, 2004). Dimana pada konsentrasi optimum tersebut, probe dapat melacak DNA target dengan optimum pula.

Akurasi

Berdasarkan Gambar 1 dan Tabel 3, nilai akurasi yang ditunjukkan oleh kurva standar adalah *recovery* sebesar 83,54-108,61% dengan nilai r^2 0,9671. Nilai *recovery* ini memenuhi kriteria keberterimaan dari USP, yaitu $\geq 70\%$. Nilai Ct yang diperoleh cukup tinggi, hal ini disebabkan konsentrasi DNA *E. coli* O157:H7 yang diperoleh rendah. Selain itu semakin rendah konsentrasi *E. coli* O157:H7 yang dispike dalam sampel maka akan semakin tinggi nilai Ct nya.



Gambar 1. Kurva standar sampel yang dispike dengan *E.coli* O157:H7

Tabel 3. Hasil pengukuran Ct isolasi DNA *E.coli* O157:H7 yang dispike ke dalam salad sayur dengan konsentrasi 1-5 log₁₀ CFU/ml

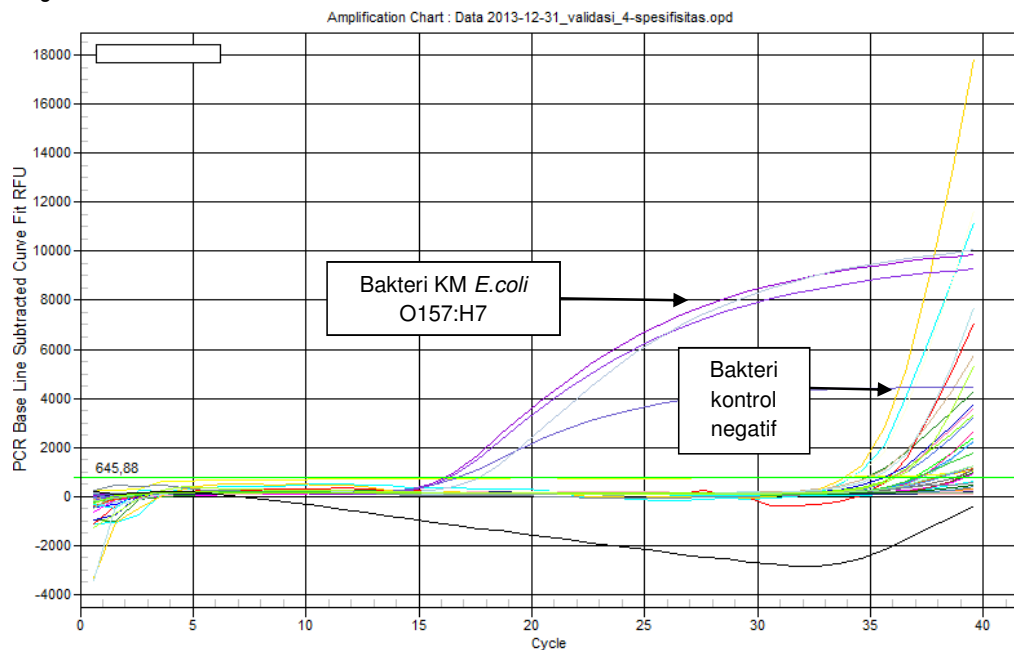
<i>E. coli</i> O15:H7 yang ditambahkan (log ₁₀)	Ulangan	CT	Rata-rata CT	Konsentrasi Log ₁₀	% <i>Recovery</i>
1,00	1	38,58	38,33	1,05	105,17
	2	37,88			
	3	38,52			
2,00	1	36,97	36,88	2,17	108,61
	2	36,97			
	3	36,69			
3,00	1	36,27	36,44	2,51	83,54
	2	36,60			
	3	36,46			
4,00	1	33,64	34,18	4,25	106,28
	2	33,80			
	3	35,10			
5,00	1	32,79	33,19	5,01	100,29
	2	32,89			
	3	33,89			
	Rata2		35,80	% <i>Recovery</i>	100,78
	SD		1,98		
	RSD		5,52		

Presisi dan Robustness

Pada penentuan presisi dengan kultur murni *E. coli* O157:H7 konsentrasi 10^4 CFU/mL diperoleh RSD metode analisis ini sebesar 7,31% sehingga masuk dalam kriteria keberterimaan yaitu dibawah 15% (USP, 2008).

Spesifikasi Primer

Uji spesifisitas primer dilakukan terhadap 7 bakteri kontrol negatif dan dilihat pada Gambar 2 dan Tabel 4. Hasil spesifisitas menunjukkan bahwa primer Stx spesifik untuk bakteri *E. coli* O157:H7 sampai pada nilai CT 16-17. Rata-rata nilai CT bakteri kontrol negatif yang diuji berkisar antara 34-39. Pada Gambar 2 terlihat hasil amplifikasi spesifisitas primer, bahwa bakteri kontrol negatif tidak mengganggu hasil Ct *E. coli* O157:H7, yaitu dapat dibedakan dengan bakteri kontrol negatif. Tetap terjadi peningkatan nilai Ct untuk kontrol negatif *L. monocytogenes*, *S. Typhimurium*, *B. subtilis*, *C. sakazakii* dan *S. sonnei* karena primer Stx yang digunakan sifatnya kurang spesifik, juga dapat mendeteksi bakteri yang mempunyai shigalike toksin.



Gambar 2. Kurva amplifikasi spesifisitas primer Stx

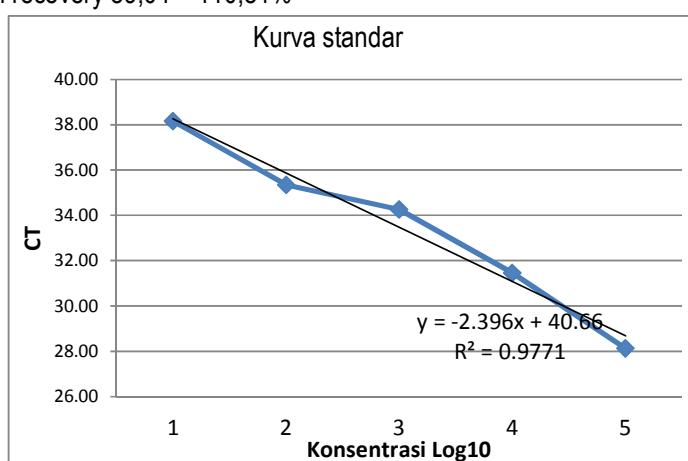
Tabel. 4. Nilai CT hasil amplifikasi uji spesifisitas primer stx

Bakteri	Ulangan Nilai CT					Ct Rata-Rata
	1	2	3	4	5	
<i>E. coli</i> O157:H7	16,35	16,16	17,7	17,74	16,76	16,94
<i>L. monocytogenes</i>	36,91	37,37	N/A	N/A	N/A	37,14
<i>S. Typhimurium</i>	N/A	N/A	N/A	N/A	37,19	37,19
<i>E. aerogenes</i>	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
<i>B. subtilis</i>	N/A	N/A	34,85	35,83	34,13	34,94

<i>C. sakazakii</i>	37,04	37,9	35,92	36,15	N/A	36,75
<i>S. sonnei</i>	N/A	N/A	34,9	34,21	33,85	34,32
<i>E. coli</i> ATCC 25922	35,68	36,18	N/A	N/A	37,16	36,34

Limit of Detection (LOD)

Pada Gambar 3, kurva standar untuk kultur murni *E.coli* O157:H7 yang diisolasi dengan metode kit Qiagen yang dimodifikasi terhubung secara linear yang ditunjukkan dengan nilai $r^2 = 0,9771$. Linieritas sudah memenuhi syarat keberterimaan yaitu $r^2 > 0,95$. Pada Tabel 5, dapat ditentukan bahwa LOD untuk *E.coli* O157:H7 sebesar 7 cfu/ml dengan nilai Ct rata-rata 38,16 dan recovery 89,04 – 110,81%



Gambar 3. Kurva standar kultur murni *E.coli* O157:H7

Berdasarkan kurva standar dari kultur murni dan sampel yang dispiki, dapat diperoleh persamaan regresi, nilai RSD dan LOD (Tabel 5). Nilai r^2 untuk kultur murni lebih tinggi (0,9771) dibanding dari sampel (0,9671), namun tetap masuk dalam kriteria keberterimaan ($>0,95$). LOD untuk kultur murni 7 cfu/mL sedangkan untuk sampel sedikit lebih tinggi yaitu 10,23 cfu/mL. Menurut Chen *et al.*, (1998), limit deteksi *E. coli* dengan PCR sekitar 1-5 cfu per campuran PCR jika kultur murni yang digunakan, namun jika digunakan sampel pangan limit deteksi 3 cfu/25 g pangan setelah dilakukan tahap *preenrichment* semalam. Dengan kondisi optimal *real-time multiplex* PCR, Wang *et al.* (2007) menemukan limit deteksi kultur murni *E. coli* O157:H7 adalah 10^2 sampai 10^9 CFU/ml, sedangkan limit deteksi *E. coli* O157:H7 dengan sampel salami sapi yang dikontaminasi secara artifisial sekitar 10^5 CFU/g.

Tabel 5. Hasil pengukuran Ct isolasi DNA kultur murni *E.coli* O157:H7 dengan berbagai tingkat konsentrasi

<i>E. coli</i> O15:H7 (log ₁₀)	UI	CT	Rata-rata CT	Konsentrasi Log ₁₀	Deviasi	Nilai Y	(Yi-Y) ²
1,00	1	37,68	38,16	1,04	-1,27	38,26	0,01
	2	38,28			0,31		
	3	38,53			0,96		

2,00	1	35,09			-0,74	35,87	0,27
	2	34,89	35,35	2,22	-1,30		
	3	36,07			2,04		
3,00	1	33,47			-2,31	33,47	0,62
	2	34,44	34,26	2,67	0,53		
	3	34,87			1,78		
4,00	1	32,24			2,49	31,08	0,14
	2	31,81	31,457	3,84	1,12		
	3	30,32			-3,61		
5,00	1	26,84			-4,59	28,68	0,30
	2	29,21	28,13	5,23	3,84		
	3	28,34			0,75		
	Rata2		33,47	% Recovery		$\sum (Y_i - \bar{Y})^2$	1,35
	SD		3,62			$S(y/x)^2 =$	0,45
	RSD		10,81			$S(y/x) =$	0,67
						LOD =	0,84

KESIMPULAN

Metode analisis ini dapat digunakan untuk identifikasi bakteri patogen *E. coli* O157:H7 dari sampel susu dan salad sayuran. DNA target berhasil diekstraksi menggunakan metode kit komersial QIAamp® DNA Blood Mini Kit (Qiagen). Berdasarkan optimasi, diperoleh konsentrasi primer stx dan probe sebesar 500 nM untuk menghasilkan nilai Ct terendah. Hasil spesifisitas menunjukkan bahwa primer stx spesifik untuk *E. coli* O157:H7 dengan nilai Ct < 20 sedangkan bakteri kontrol negatif mempunyai nilai Ct > 35. Terhadap parameter validasi, diperoleh nilai akurasi dan presisi yang memenuhi kriteria keberterimaan yaitu *recovery* sebesar 83,54-108,61% dengan nilai r^2 0,9671 dan RSD sebesar 7,31%. LOD untuk *E. coli* O157:H7 sebesar 7,0 CFU/ml dengan nilai Ct rata-rata 38,16 dengan *recovery* 89,04 – 110,81%. Untuk r^2 *E. coli* O157:H7 diperoleh 0,96 dan r^2 untuk *E. coli* O157:H7 di dalam sampel salad sayuran diperoleh 0,992. Nilai ini telah memenuhi kriteria keberterimaan validasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih disampaikan kepada Pusat Riset Obat dan Makanan sebagai penyandang dana yang bersumber dari DIPA Badan POM tahun 2012 dan 2013.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2007. QIAamp® DNA Mini and Blood Mini Handbook. Qiagen. Second Edition
 Badan POM RI. Laporan Tahunan 2010-2013. Badan POM RI. Jakarta
 Bellin, T., M. Pulz, A. Matussek, H.G. Hempen and F. Gunzer. 2001. Rapid Detection of Enterohemorrhagic *Escherichia coli* by Real Time PCR with Fluorescent Hybridization Probes. J. Clinical Microbiology. P. 370-374

- Burd, E. M. 2010. Validation of Laboratory-Developed Molecular Assays for Infectious Diseases. *J. Clinical Microbiology Reviews*. p.550-5
- Cui, S., C. M. Schroeder, D. Y. Zhang and J. Meng. 2003. Rapid sample preparation method for PCR-based detection of *Escherichia coli* O157: H7 in ground beef. *J Applied Microbiology* 95. 129-134
- Elizaquivel, P., J.A. Gabaldon dan R. Aznar. 2011. *Quantification of Salmonella spp., Listeria monocytogenes and Escherichia coli O157:H7 in non-spiked food products and evaluation of real-time PCR as a diagnostic tool in routine food analysis*. *J. Food Control*. 22 : 158-164. Elsevier
- Fu, Z., S. Rogelji, dan T.L. Kieft. 2005. *Rapid detection of Escherichia coli O157:H7 by immunomagnetic separation and real time PCR*. *Int. J. Of Food Microbiology*. 99 : 45-57. Elsevier
- Hariyadi, R.D. 2004. Keracunan Pangan Tak Hanya Sebabkan Diare. Di dalam <http://www.kompas.com/kompas%2Dcetak/0212/15iptek/kera22.htm>
- Harmita, 2004. Petunjuk pelaksanaan validasi metode dan cara perhitungannya. Di dalam : *Majalah Ilmu Kefarmasian*. Desember, Vol. 1, No. 3, pp. 117-135. Departemen Farmasi, FMIPA-UI.
- Pestana, E.A., S. Belak, A. Diallo, JR. Crowther, G.J. Viljoen. 2010. *Early, Rapid and Sensitive Veterinary Molecular Diagnostic Real Time PCR Application*. Dordrecht : Springer.
- Sharp, J. C. M dan W. (Bill) J. Reilly. 2000. *Surveillance of Foodborne Disease*. Di dalam Lund, Barbara, M., T. C. Baird-Parker, G. W. Gould (eds.). 2000. *The Microbiological Safety and Quality of Food Vol. II Aspen Publisher, Inc*. Gaithersburg, Maryland.
- USP NF. 2008. Volume 1. The United States Pharmacopeia Convention. Port City Press. Baltimore. The United States
- Wang, R.F., W.W. Chao dan C.E. Cemiglia. 1997. A Universal Protocol for PCR Detection of 13 Species of Foodborne Pathogens in Food. *J. Applied Microbiology*. Vol. 83 (pp.727-736)
- Yuliangsih, S., E. Nikastri, N. Pusparini dan K. Khotimah. 2012. Validasi Metode Analisa *L. monocytogenes*, *S. aureus* dan *E. coli* dalam Pangan Dengan Menggunakan Real Time PCR. Badan POM

PEMANFAATAN KACANG HIJAU BUBUK DALAM PENINGKATAN KANDUNGAN PROTEIN PRODUK COKELAT BATANG

Utilization of Mung Beans Powder in Enhancing Protein Content of Chocolate Product

Zainal¹⁾, Ardillah²⁾, Mulyati M. Tahir³⁾

- ¹⁾ Prodi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10, Makassar, Indonesia
- ²⁾ Alumni Prodi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10, Makassar, Indonesia
- ³⁾ Prodi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10, Makassar, Indonesia

Email: zainal_burhan@yahoo.com

ABSTRACT

Chocolate bar is one of food products appreciated by consumers. In the manufacturing process, mung bean powder can be used as a substitute for cocoa powder. Mung beans contain high protein and contain polyphenolic compounds. The purpose of this research was to increase the protein content of chocolate bar products by using mung bean powder instead of cocoa powder. The treatment in this study was the variation use mung bean powder is A₁ (40%), A₂ (45%) and A₃ (50%). Additionally, it was prepared a normal chocolate products (A₀). The observed parameters were stability, texture (using a texture analyzer), protein content, organoleptic test (color, aroma, and taste), as well as the content of polyphenols for the best treatment. The results showed that chocolate products produced a good stability. The texture value ranged from 1.04-3.35 Kg force. Protein content was from 2.23% - 9.17%. The organoleptic test results showed that the addition of 50% mung beans powder (A₃) gave the best results on color, aroma, and taste. This treatment was the best treatment. Levels of polyphenols on the best treatment was 0.13%.

Keyword; chocolate, mung bean powder, texture, protein, organoleptic

ABSTRAK

Cokelat batang merupakan salah satu produk pangan yang banyak disukai masyarakat. Pada proses pembuatan, bubuk kacang hijau dapat digunakan sebagai pengganti bubuk kakao. Kacang hijau mengandung protein yang cukup tinggi dan mengandung senyawa polifenol. Tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan kandungan protein produk cokelat batang dengan menggunakan bubuk kacang hijau sebagai pengganti bubuk cokelat. Perlakuan pada penelitian ini adalah variasi penggunaan bubuk kacang hijau yaitu A₁(40%), A₂(45%) dan A₃ (50%). Selain itu dibuat perlakuan control (A₀) yang merupakan produk cokelat batang normal. Parameter pengamatan adalah stabilitas tekstur (menggunakan texture analyzer), kadar protein, uji organoleptik meliputi warna, aroma, dan rasa serta kandungan polifenol untuk perlakuan terbaik. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa produk cokelat memiliki stabilitas yang baik, tekstur berkisar 1,04-3,35 Kg force kadar protein berkisar antara 2,23%- 9,17%. Hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa perlakuan penambahan 50% bubuk kacang hijau memberikan hasil yang terbaik dari warna, aroma, dan rasa. Perlakuan terbaik pada penelitian ini adalah perlakuan A₃. Kadar polifenol pada perlakuan terbaik tersebut adalah 0,13%.

Kata kunci: cokelat, bubuk kacang hijau, tekstur, protein, organoleptik

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan Negara penghasil kakao yang terbesar ketiga di dunia. Produksi kakao semakin meningkat dan pemanfaatan kakao sangat banyak. Kakao dapat dimanfaatkan menjadi produk makanan misalnya susu cokelat, permen cokelat, maupun cokelat batang.

Cokelat adalah nama produk makanan yang diolah dari biji kakao. Cokelat sebagai salah satu produk unggulan Indonesia dengan berbagai rasakan produknya menjadikannya sebagai salah satu potensi yang diharapkan dapat menyajikan berbagai macam manfaat yang menarik. Aneka produk cokelat yang ada dipasaran sangatlah bervariasi, baik dari segi bentuk maupun rasa.

Secara umum cokelat batangan dibuat melalui proses pemastan biji kakao lalu pada tahap akhir dibuat dalam bentuk cokelat batang. Proses pembuatan cokelat batang menggunakan biji kakao secara utuh. Biji kakao bisa dipisahkan ke dalam dua bagian yaitu lemak kakao dan bubuk kakao.

Cokelat merupakan system multiphase kompleks yang terdiri dari partikel (bubuk kakao, gula, dan beberapa komponen susu) dan fase kontinyu (lemak kakao, lemak susu dan pengemulsi). Atribut cokelat berupa warna, tekstur, dan bentuk (Briones et.al., 2005 dan Afoakwa et.al., 2008). Produk cokelat telah banyak di pasar. Produk utama cokelat adalah *dark chocolate*, coklat susu, dan coklat putih dimana perbedaannya terletak pada kandungan bubuk kakao, lemak kakao dan lemak susu (Afoakwa et.al., 2007). Bubuk kakao dapat disubstitusi dengan kedelai bubuk (Obatoye et.al., 2014 dan Zainal et.al., 2015).

Bubuk kacang hijau memiliki potensi digunakan sebagai pengganti bubuk kakao pada pembuatan cokelat. Kacang hijau memiliki kandungan gizi yang baik. Kacang hijau merupakan salah satu sumber protein nabati yang baik bagi tubuh manusia.

Pemanfaat bubuk kacang hijau pada produk cokelat batangan diharapkan dapat meningkatkan sifat fungsional dari cokelat batang. Kacang hijau mengandung protein yang cukup tinggi berfungsi membantu pertumbuhan dan pembentukan sel-sel tubuh, yaitu sel-sel organ, otot, dan otak. Kacang hijau mengandung 20-25% protein. Protein kacang hijau kaya akan asam amino leusin, arginin, isoleusin dan lisin. Keseimbangan amino pada kacang hijau sebanding dengan kedelai (Made, 2009). Kacang hijau juga mengandung nutrisi seimbang, termasuk protein, serat pangan, dan sejumlah senyawa fitokimia bioaktif. Tingginya kadar protein, asam amino, oligosakarida, dan polifenol pada kacang hijau berfungsi sebagai antioksidan, antimikroba, anti pembengkakan, dan anti tumor serta berperan dalam pengaturan metabolisme lemak (Kanat et.al., 2011, Randir et. al., 2004, Vanamala et.al., 2006, dan Anjum et.al., 2011).

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dalam penelitian ini dilakukan pembuatan cokelat batang dengan menggunakan bubuk kacang hijau sebagai substitusi bubuk kakao. Penelitian ini bertujuan mencari formulasi tepat pada pembuatan produk hasil dari olahan kakao dengan menggunakan bubuk kacang hijau.

METODOLOGI

Pada penelitian dilakukan proses pembuatan bubuk kacang hijau, cokelat batang substitusi bubuk kacang hijau, dan pengujian berbagai parameter yaitu stabilitas, tekstur, kadar protein, sifat organoleptik (rasa, aroma, dan warna), serta kandungan polifenol.

Pembuatan Bubuk Kacang Hijau

Kacang hijau dibeli dari pasar tradisional kemudian dibersihkan. Kacang yang bersih kemudian dikeringkan dengan menggunakan sinar matahari. Setelah itu kacang hijau disangrai sampai beraroma harum. Proses selanjutnya adalah kacang hijau digiling dengan menggunakan penggiling mekanis kemudian diayak dengan menggunakan ukuran lubang ayakan 80 mesh. Kacang hijau bubuk siap digunakan dalam pembuatan cokelat batang.

Pembuatan Cokelat Batang

Sebanyak 35% lemak kakao (diperoleh dari PT. MARS) dipanaskan pada suhu 50°C hingga menghasilkan lemak kakao cair. Bahan-bahan yang akan digunakan ditimbang dengan proporsi sebagai berikut lemak kakao 35%, vanili 0,5%, bubuk kacang hijau sesuai perlakuan, gula halus 25% dan lesitin 0,5%. Lemak kakao, bubuk kacang hijau, gula, vanili dan lesitin dimasukkan kedalam wadah dan dicampur rata. Setelah itu, campuran di *couching* selama 2–4 jam dengan suhu 50°C, kemudian dilakukan proses tempering dengan suhu 45°C, 26°C, 32°C. Setelah proses ini selesai, dilakukan pencetakan lalu hasil pencetakan dikemas dengan aluminium foil. Kemudian cokelat batangan dimasukkan dalam lemari pendingin untuk menstabilkan tekstur cokelat batang.

Perlakuan Penelitian

Perlakuan yang diterapkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut

A₀=Proses pembuatan cokelat batangan secara umum

A₁=Bubuk Kacang Hijau 40%

A₂=Bubuk Kacang Hijau 45%

A₃=Bubuk Kacang Hijau 50%

Parameter Penelitian

a. Uji stabilitas

Uji stabilitas dilakukan dengan mengamati apa yang terjadi pada wujud cokelat batang yang dihasilkan dengan parameter bentuk yang tetap atau melumer. Uji stabilitas dilakukan pada inkubator dengan suhu 37°C dalam waktu tertentu, lalu diamati adanya perubahan bentuk pada cokelat.

b. Analisis Kadar Protein

Sampel ditimbang kurang lebih 0.5g kemudian dimasukkan ke dalam labu *khjedhal* 100ml. Ke dalam labu ditambahkan kurang lebih satu gram campuran selenium dan 10ml H₂SO₄ pekat kemudian dihomogenkan. Selanjutnya, didestruksi dalam lemari asam sampai jernih dan dibiarkan dingin, lalu dituang kedalam labu ukur 100 ml lalu dibilas

dengan aquadest. Larutan dibiarkan dingin kemudian ditambahkan aquadest sampai tanda tera. Disiapkan penampung yang terdiri dari 10 ml H_2BO_3 2% tambah 4 tetes larutan indikator dalam erlemeyer 100ml. Dipipet 5 ml NaOH 30% dan 100 ml aquadest disuling hingga volume penampung menjadi kurang lebih 50ml dibilas ujung penyuling dengan aquades kemudian ditampung bersama isinya. Sampel kemudian dititrasi dengan larutan HCL atau H_2SO_4 0,02N. Perhitungan kadar protein dilakukan sebagai berikut:

$$\% \text{ Kadar Protein} = \frac{V1 \times N \times P}{\text{Berat Sampel}}$$

Keterangan:

V1 = Volume titrasi

N = normalitas larutan HCL atau H_2SO_4 0,02N

P = faktor pengenceran=100/5

c. Uji Tekstur

Uji tekstur dilakukan dengan menggunakan alat *Texture Analyser (Lloyd instrument, TAX2)* dengan metode uji tekanan (*compression test*). Tekstur cokelat batang ditentukan pada saat mencapai titik patah (*rupture point*). Pengukuran menggunakan *Lloyd instrument* dengan spesifikasi sesuai standar internasional, dengan seri M05-370 dengan model LFRA4500, probe biskuit TA1812,7 dengan load 0-4500 g, luas area bekerjanya mencapai 175mm (6.9in), kecepatannya 0.05– 1270 mm/min, probe standarnya berbentuk tabung, dan kecepatan pengukuran datanya 8 KHz.

d. Uji Polifenol

Kandungan total polifenol dianalisa dengan menggunakan metode *Follin-ciocalteu*. Sebanyak 0,05 gram sampel dimasukkan kedalam tabung reaksi, kemudian 1 ml etanol, 5 ml aquades, 0,5 ml reagen *follin-ciocalteu* (50 %) ditambahkan ke dalam tabung reaksi dan divortek. Setelah 5 menit, kedalam tabung reaksi tersebut ditambahkan 1 ml Na_2CO_3 (5%) dan divortek agar larutan homogen. Reaksi campuran didiamkan di tempat gelap dengan cara dibungkus menggunakan aluminium foil selama 1 jam untuk kemudian diukur nilai absorbansinya pada panjang gelombang 725 nm. Kurva standar dibuat dengan cara yang sama dengan mengganti sampel dengan asam galat yang dibuat dalam beberapa konsentrasi. Kandungan total polifenol dinyatakan dalam mg/ml.

e. Uji organoleptik

Uji organoleptik yang dilakukan terhadap cokelat batang yang dihasilkan meliputi warna, dan rasa oleh 20 panelis. Metode pengujian yang digunakan adalah metode hedonik untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis dengan skala 1 - 5 yaitu sangat suka (5), suka (4), agak suka (3), tidak suka (2), sangat tidak suka (1).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Stabilitas

Stabilitas cokelat batang pada penelitian ini ditentukan dengan menguji tingkat

kelelahan produk. Tingkat kelelahan dari produk cokelat dapat dilihat dengan menyimpan cokelat tersebut di dalam inkubator dengan suhu 37°C. Produk cokelat dikatakan baik jika tidak mudah meleleh pada suhu ruang. Pengujian ini ditandai dengan adanya perubahan bentuk pada cokelat, dari padat menjadi lunak dan melumer. Penambahan gula mempengaruhi tingkat stabilitas cokelat selain berfungsi sebagai pemanis pada produk pangan. Sukrosa mempunyai sifat *higroskopis* yaitu kemampuan untuk menyerap dan menahan air. Kandungan air mempengaruhi stabilitas produk pangan. Selain sukrosa, lesitin juga berfungsi menjaga stabilitas cokelat.

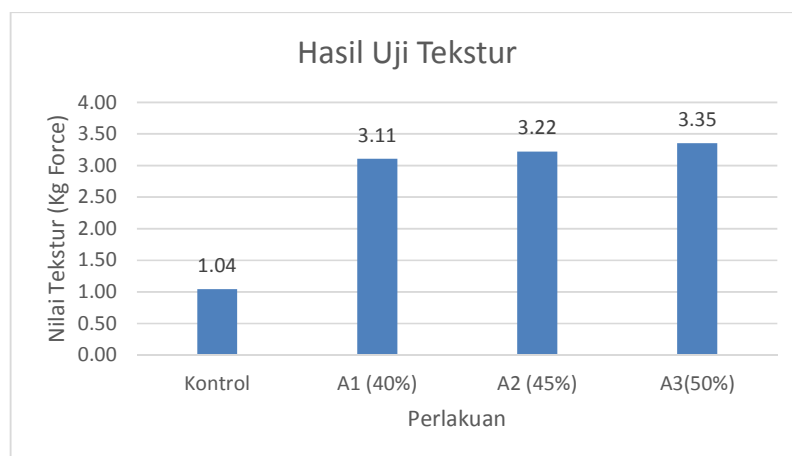
Cokelat batang pada perlakuan control lebih stabil dibandingkan cokelat dengan menggunakan bubuk kacang hijau. Pada cokelat menggunakan bubuk kacang kakao waktu melumernya pada menit ke 5:54 sedangkan penggunaan bubuk kacang hijau 40% pada menit ke 4:50, bubuk kacang hijau 45% pada menit 5:31 dan bubuk kacang hijau 50% pada menit 5:44. Secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 1. Protein yang berasal dari kacang hijau memiliki sifat polar. Hal membuat tekstur produk cokelat batang dengan substitusi bubuk kacang hijau lebih cepat melumer pada suhu 37°C dibandingkan dengan perlakuan cokelat batang yang umum (perlakuan control).

Tabel 1. Hasil Pengujian Stabilitas Cokelat Penggunaan Bubuk Kakao dan Penggunaan Bubuk Kacang Hijau Batang Hijau.

Perlakuan	Waktu Melumer	
	Awal	Seluruhnya
Cokelat Batang Kontrol	5:54	15:38
Perlakuan Bubuk Kacang Hijau 40%	4:50	14:01
Perlakuan Bubuk Kacang Hijau 45%	5:31	14:36
Perlakuan Bubuk Kacang Hijau 50%	5:44	14:58

2. Tekstur

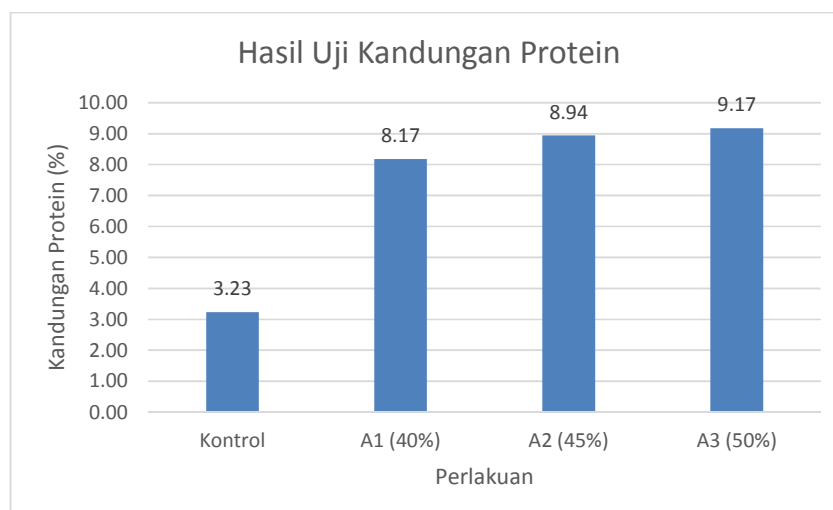
Pengukuran tekstur pada sampel cokelat dilakukan dengan menggunakan uji tekanan (*compression test*), dengan menggunakan alat *lyod instrumen*. Prinsip kerja dari alat ini adalah mengukur profil tekstur dengan merekam gaya regangan dari gerakan benda yang mendeformasi sampel. Uji tekstur ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kekerasan cokelat. Berdasarkan tekanan yang dibutuhkan untuk menguji kekerasan tekstur cokelat. Hasil pengujian tekstur cokelat batang dengan menggunakan *texture analyser* dapat dilihat pada Gambar 1. Dapat dilihat pada Gambar 1 bahwa tekstur cokelat pada perlakuan dengan menggunakan bubuk kakao lebih rendah dibanding ketiga perlakuan dengan menggunakan bubuk kacang hijau.



Gambar 1. Hasil Pengujian Tekstur Sampel Cokelat Batang pada Berbagai Perlakuan.

3. Protein

Protein adalah sumber asam amino yang mengandung unsur karbon (C), hydrogen (H), oksigen (O), dan nitrogen (N) yang tidak dimiliki oleh lemak dan karbohidrat (Winarno, 1997). Protein berfungsi sebagai pembangun, pengatur, dan bahan bakar dalam tubuh. Analisa kadar protein untuk mengetahui kadar protein dalam coklat yang terbuat dari bubuk kacang hijau. Hasil analisa kadar protein dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil Pengujian Protein Sampel Cokelat Batang Pada Berbagai Perlakuan.

Kandungan protein coklat pada perlakuan kontrol lebih rendah dibanding ketiga perlakuan dengan menggunakan bubuk kacang hijau. Semakin banyak penggunaan kacang hijau semakin tinggi protein yang dikandungnya. Sebagaimana kacang hijau merupakan sumber protein kedua tertinggi setelah kacang kedelai. Kandungan protein kacang hijau cukup tinggi setelah kacang kedelai, dan merupakan sumber mineral penting, antara lain

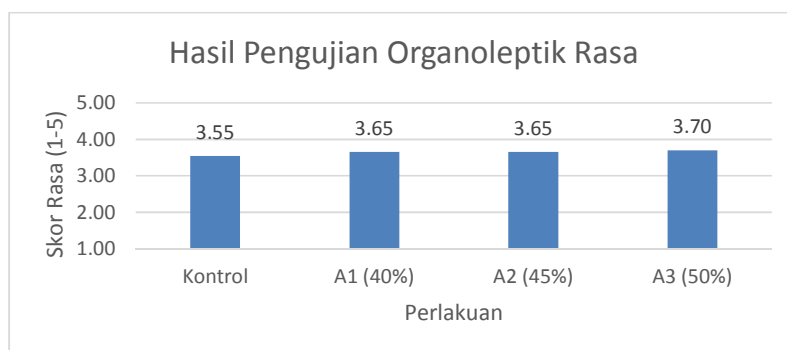
kalsium dan fosfor yang sangat diperlukan tubuh (Robinson and Singh,2001).

3. Uji Organoleptik

Pengujian organoleptik dilakukan untuk mengetahui mutu produk dan penerimaan konsumen pada produk yang dihasilkan. Pengujian dengan metode hedonic dilakukan untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap prasa, warna,dan aroma coklat.

a. Rasa

Rasa adalah bagian dari sifat organoleptik pada produk pangan.Rasa adalah hal yang terpenting pada sifat organoleptik suatu produk. Salah satu bahan yang mempengaruhi rasa pada produk yaitu dengan penambahan gula. Rasa manis adalah sifat rasa yang mempengaruhi cita rasa keseluruhan coklat (Wahyudi dan Pujiyanto,2008).

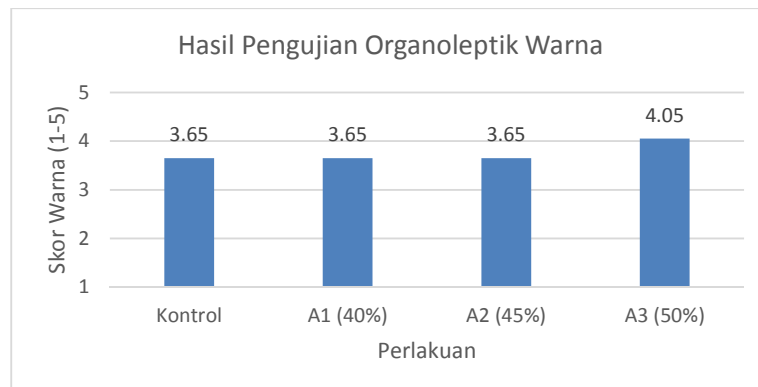


Gambar 3.Hasil Pengujian Organoleptik Rasa Sampel Cokelat Batang Pada Berbagai Perlakuan.

Panelis menilai rasa dari coklat bubuk kacang hijau.Hasil uji organoleptik dapat dilihat pada Gambar 3 bahwa nilai rata-rata tertinggi diperoleh skor 3,70 pada penggunaan bubuk kacang hijau 50%. Dibandingkan dengan skor rasa pada perlakuan control, panelis lebih menyukai coklat batang dengan penggunaan bubuk kacang hijau sebanyak 50%.Hal ini menunjukkan bahwa panelis menyukai rasa kacang hijau yang ada pada produk coklat batang.

b. Warna

Warna adalah salah satu sifat organoleptik yang terdapat pada produk pangan. Penggunaan bahan dapat mempengaruhi warna pada produk yang dihasilkan,maka dari itu penggunaan bahan harus tepat untuk menghasilkan warna yang menarik.Warna yang dihasilkan pada coklat dari bubuk kacang hijau yaitu dihasilkan warna hijau. Hal ini disebabkan karena penambahan bubuk kacang hijau,dimana pada penggilingan kacang hijau kulit pada kacang hijau tidak dikupas yang memberikan warna hijau pada produk coklat batang. Pengujian dengan metode hedonic dilakukan untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap warna coklat untuk semua perlakuan.

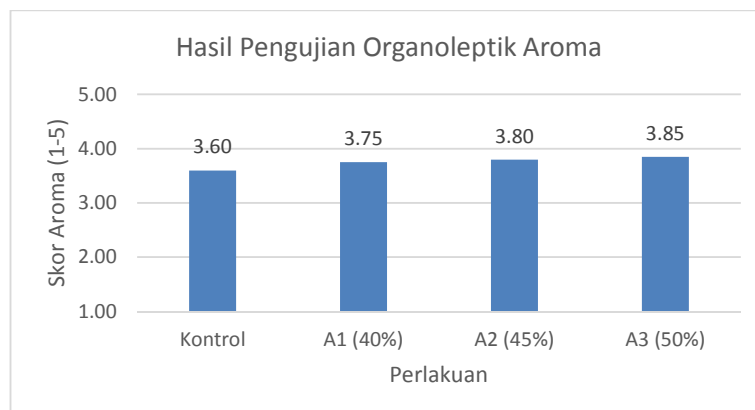


Gambar 4. Hasil Pengujian Organoleptik Warna Sampel Cokelat Batang Pada Berbagai Perlakuan.

Pada perlakuan kontrol yaitu pembuatan cokelat dengan menggunakan bubuk kakao diperoleh skor yaitu 3,65 yang artinya agak disukai panelis, sedangkan pada penggunaan bubuk kacang hijau 40% dan penggunaan bubuk kacang hijau 45% yaitu diperoleh skor yaitu 3,65 yang artinya agak disukai sedangkan pada penggunaan bubuk kacang hijau 50% diperoleh skor yaitu 4,05 yang artinya disukai panelis. Respon yang relative seragam tersebut disebabkan karena penambahan bahan tidak terlalu mempengaruhi adanya perubahan warna.

c. Aroma

Aroma adalah salah satu sifat organoleptik yang terdapat pada produk pangan. Aroma juga merupakan penentuan tingkat penerimaan konsumen pada suatu produk. Suatu produk mempunyai aroma khas masing-masing. Aroma yang enak dapat menarik perhatian konsumen. Dengan aroma yang enak, rasa pada suatu produk pangan kemungkinan besar mempunyai rasa yang enak pula. Aroma dapat menggoda konsumen untuk mengonsumsinya.



Gambar 5. Hasil Pengujian Organoleptik Aroma Sampel Cokelat Batang Pada Berbagai Perlakuan.

Dari hasil uji organoleptik aroma cokelat, dapat dilihat pada Gambar 5, pada perlakuan kontrol yaitu sampel cokelat batangan pada umumnya diperoleh skor yaitu 3,60 yang artinya agak disukai panelis, sedangkan pada penggunaan bubuk kacang hijau 40% diperoleh skor yaitu 3,75 yang artinya agak disukai panelis, penggunaan bubuk kacang hijau 45% diperoleh skor yaitu 3,80 yang artinya agak disukai sedangkan penggunaan bubuk kacang hijau 50% diperoleh skor yaitu 3,85 yang artinya agak disukai panelis. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan bubuk kacang hijau 50% memiliki aroma yang lebih tajam. Respon yang diberikan panelis disebabkan aroma dari kacang hijau yang mengandung senyawa fenol. Dua jenis senyawa fenol pada kacang hijau yang teridentifikasi adalah vitexin dan isovitexin (Supriyono, 2008).

4. Polifenol

Kandungan polifenol yang terdapat pada kacang hijau bermanfaat bagi tubuh sebagai antioksidan. Uji polifenol pada cokelat bubuk kacang hijau dilakukan pada perlakuan A3 (50%). Perlakuan ini memiliki hasil uji protein yang tinggi dibanding yang lain sehingga perlakuan uji polifenol dilakukan pada perlakuan A3 (50%). Semakin banyak penggunaan bahan pangan maka semakin banyak kandungan yang terdapat pada produk pangan.

Hasil analisa kadar polifenol pada cokelat menggunakan bubuk kacang hijau dengan perlakuan 50% pada penggunaan bubuk kacang hijau 50% yaitu 0.13 mg/100 g bahan. Penelitian yang dilakukan oleh Dahiya et.al. (2014) diperoleh kandungan polifenol pada kacang hijau sebesar 1,8 g/kg bahan. Senyawa fenolik dan aktivitas antioksidan pada produk legume telah banyak diteliti (Sowndharajan et.al., 2013). Senyawa fenolik terdiri dari beberapa kelompok senyawa yang memiliki perbedaan dalam struktur; asam fenolat (asam benzoate dan asam hidrosinamat), flavonoid (flavanol, flavon, flavanol, isoflavon), dan tannin (Wiczowski dan Piskula, 2004; Cheynier, 2005; dan Pilarski et.al., 2006). Pada penelitian ini yang analisa adalah total polifenol. Polifenol dapat dikatakan sebagai antioksidan walaupun mempunyai konsentrasi yang rendah terhadap suatu pangan. Polifenol dapat menghambat, mencegah, mengurangi *auto-oksidasi* yang dimediasi radikal bebas. Adanya kandungan polifenol pada cokelat ini digunakan sebagai antioksidan yang bermanfaat sebagai anti bakteri yaitu mengurangi pembentukan radikal bebas dalam tubuh.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Pemanfaatan bubuk kacang hijau memiliki potensi untuk digunakan sebagai pengganti bubuk kakao pada produk cokelat batangan.
2. Penggunaan bubuk kacang hijau sebanyak 50% memberikan formulasi yang terbaik dan memiliki sifat organoleptik yang relatif lebih disukai panelis dari segi rasa dan aroma.

DAFTAR PUSTAKA

- Afoakwa EO, Paterson A, Fowler M, Vieira J. 2008. Particle size distribution and compositional effects on textural properties and appearance of dark chocolates. *JFood Eng* 87:181–190
- Afoakwa EO, Paterson A, Fowler M. 2007. Factors influencing rheological and textural qualities in chocolate -areview. *Trends Food Sci Technol* 18:290–298.
- Anjum NA, Umar S, Iqbal M, Khan NA. 2011. Cadmium causes oxidative stress in mungbean by affecting the antioxidant enzyme system and ascorbate-glutathione cycle metabolism. *Russian J Plant Physiol*, 58 : 92-99.
- Briones V, Aguilera JM, Brown C. 2005. Effect of surface topography on color and gloss of chocolate samples. *J Food Eng* 77:776–783
- Cheynier, V. 2005. Polyphenols in foods are more complex than often thought. *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol.81, No.1, pp.223-229.
- Kanatt SR, Arjun K, Sharma A. 2011. Antioxidant and antimicrobial activity of legume hulls. *Food Res Int*, 44 : 3182 – 3187.
- Made, Astawan. 2009. Sehat Dengan Hidangan Kacang Dan Biji-Bijian. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Obatoye, A.O., Ogunwolu, S.O., dan Idowu, M.A. 2014. Quality evaluation of chocolate produced using soy – sow milk. *Nutrition of Food Science*. Vol 44 No. 1 p. 57 – 63.
- Pilarski, R., H. Zielinski, D. Ciesiolka and K. Gulewicz. 2006. Antioxidant activity of ethanolic and aqueous extracts of *Uncaria tomentosa* (Willd.) DC. *Journal of Ethnopharmacology*, Vol.104, No.1-2, pp.18-23.
- Randhir R, Lin Y-T, Shetty K. 2004. Stimulation of phenolics, antioxidant and antimicrobial activities in dark germinated mungbean sprouts in response to peptide and phytochemical elicitors. *Process Biochem*, 39:637 – 646.
- Robinson, D and D. N. Singh. 2001. Alternative protein sources for Laying Hens. A Report for the Rural Industries Research and Development Corporation Queensland Poultry Research and Development Centre.
- Sowndharajan, K., P. Siddhuraju and S. Manian. 2010. *In Vitro* Evaluation of the antioxidant activities in the differentially processed seeds from underutilized legume, Bauhinia vahili Wight and Arn. *Food Science and Biotechnology*, Vol.19, No.2, pp.503-509.
- Vanamala, J. Reddivari, L, Yoo KS, Pike LM, Patil BS. 2006. Variation in the content of bioactive flavonoids in different brands of orange and grape fruit juices. *J Food Comp Anal* 19:157-166.
- Wahyudi, T, Pangabea dan Pujiyanto. 2008. Panduan Lengkap Kakao. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Wiczkowski, W. and M. K. Piskula. 2004. Food flavonoids. *Polish Journal of Food Nutrition Science*, Vol.13, pp.101-114.
- Zainal, Affandi Burhanuddin, dan Mariyati Bilang. 2015. The Effect of Soy Milk Powder Substitution on Physical and Organoleptic Characteristics of Chocolate Bar for Lactose-Intolerant People. Prosiding 2nd ICER-PH

ANALISIS ESTER 3-MONOKLORO-1,2-PROPANADIOL DALAM MINYAK SAWIT DENGAN GAS KROMATOGRAFI-ELECTRON CAPTURE DETECTOR (GC-ECD)

Determination of 3-Monochloro-1,2-Propanediol Ester in Palm Oil by Gas Chromatography-Electron Capture Detection (GC-ECD)

Hanifah Nuryani Lioe*, Dias Indrasti, Sirilak Lasomboon
Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor
Kampus IPB Darmaga, Bogor, Indonesia

*Email: hanilioe@hotmail.com

ABSTRACT

Food contaminant such as 3-monochloro-1,2-propanediol or 3-MCPD has been known as a carcinogenic for human. This contaminant can be present as esters in vegetable oil. These molecules can be hydrolyzed into free 3-MCPD by human digestive system, and give effect to human health. GC-ECD instrument can be used to analyze 3-MCPD esters in palm oil due to the presence of electronegative atoms contained in 3-MCPD which could be detected by electron capture detector. This research was aimed to evaluate the analytical performance of 3-MCPD ester analysis by GC-ECD and to determine the concentration of 3-MCPD esters in palm oils marketed in Indonesia. 1,4-dichlorobenzene was used as an internal standard, and phenylboronic acid (PBA) used a derivatizing agent. The instrument linearity test was evaluated at the range of 1.00 – 10.00 µg 3-MCPD/mL standard solution in hexane, and performed $R^2 > 0.990$. Precision (represented by the value of RSD) for the retention time of the standard 3-MCPD and 1, 4-dichlorobenzene peaks were less than 2.0%, in acceptable range. Instrument detection limit and quantification was 1.5 µg/mL and 7.6 µg/mL. Method linearity test using palm oil as a sample matrix gave a linear equation with $R^2 > 0.990$. The results of recovery test at medium concentration (60 µg/mL) showed a range of 35.07- 38.71% with averaged recovery 36.50%, this is not in acceptable range (80-115% according to AOAC). However, this recovery value was used as a corrected value to the results of 3-MCPD esters determination in palm oil samples. Measurement of 15 samples of commercial palm oils exhibited the concentrations of 3 - MCPD esters ranged at 2.41 -30.42 µg/mL sample.

Keywords: 3-MCPD ester, palm oil, GC-ECD, method validation, food contaminant.

ABSTRAK

Senyawa kontaminan seperti 3-monokloro-1,2-propanadiol atau 3-MCPD telah diketahui dapat ditemukan dalam makanan dan bersifat karsinogenik bagi manusia. Senyawa ini terutama ditemukan dalam bentuk esternya apabila berada dalam minyak goreng. Meskipun demikian, 3-MCPD ester dapat dihidrolisis menjadi 3-MCPD bebas dalam pencernaan manusia dan membahayakan kesehatan karena karsinogenik. GC-ECD dapat digunakan untuk mendeteksi 3-MCPD ester dalam minyak goreng karena senyawa ini mempunyai atom elektronegativitas tinggi yang dapat dideteksi oleh detector ECD. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja analisis 3-MCPD ester dengan instrument GC-ECD dan menentukan kandungan 3-MCPD ester dalam sampel minyak goreng sawit komersial di Indonesia. Senyawa 1,4-diklorobenzena digunakan sebagai standar internal (SI) dan senyawa phenylboronic acid (PBA) digunakan sebagai senyawa penderivat. Uji

linearitas instrumen pada range konsentrasi 1.00 – 10.00 µg 3-MCPD/mL larutan standar dalam heksana menunjukkan nilai R^2 lebih dari 0.990. Presisi waktu retensi puncak 3-MCPD dan SI ditunjukkan oleh nilai standar deviasi relative (RSD) kurang dari 2.0%. Limit deteksi instrumen dan limit kuantifikasinya adalah 1.5 µg /mL and 7.6 µg/mL. Uji linearitas metode menggunakan matriks sampel minyak goreng sawit menunjukkan persamaan linear dengan $R^2 > 0.990$. Uji rekovery pada konsentrasi sedang (60 µg /mL) memberikan hasil akurasi 35.07- 38.71% dengan rata-rata 36.50%, hasil ini tidak masuk dalam range keterterimaan (80-115% menurut AOAC). Akan tetapi nilai ini dapat menjadi koreksi bagi nilai konsentrasi 3-MCPD ester dalam sampel minyak goreng komersial. Pengukuran 15 sampel minyak goreng sawit komersial menunjukkan 100% sampel positif mengandung 3-MCPD ester pada kisaran 2.41 -30.42 µg/mL sampel.

Kata Kunci: ester 3-MCPD, minyak sawit, GC-ECD, validasi metode, kontaminan pangan.

PENDAHULUAN

Senyawa 3-monokloro-1,2-propanadiol (3-MCPD) adalah salah satu senyawa dalam grup kloropropanol yang awalnya ditemukan merupakan kontaminan dalam hidrolisat protein hasil proses hidrolisis asam (acid-hydrolyzed vegetable protein (acid-HVP)) (Hamlet and Sutton, 1997). Saat ini kontaminan 3-MCPD telah ditemukan pada berbagai ingredien pangan lainnya seperti kecap (Chung et al., 2002) dan minyak makan (Dubois et al., 2012; Razak et al., 2012). Minyak sawit hasil pemurnian (*refined palm oil*) dilaporkan mengandung 3-MCPD ester yang paling tinggi kadarnya dibandingkan minyak makan lainnya (Hamlet et al., 2004; Kuhlmann, 2011). Senyawa 3-MCPD ester apabila dikonsumsi akan dimetabolisme sebagaimana senyawa 3-MCPD bebas yang telah diteliti memberikan efek negatif terhadap kesehatan. Nilai *tolerable daily intake* (TDI) yang ditentukan saat ini untuk 3-MCPD adalah sebesar 7 mikrogram per kilogram berat badan per hari sebagai batas aman harian yang dapat ditoleransi apabila dikonsumsi (Rietjens et al., 2012). Senyawa 3-MCPD adalah senyawa toksik yang dapat menyebabkan tumor pada berbagai organ hewan percobaan (tikus) melalui mekanisme genotoksik (Buhrke et al., 2011). Buhrke et al. (2011) juga melaporkan bahwa senyawa 3-MCPD ester dapat dihidrolisis secara efektif dalam saluran pencernaan tubuh menjadi senyawa 3-MCPD bebas yang bersifat toksik tersebut. Senyawa ini selanjutnya didistribusikan ke dalam darah, organ dan jaringan.

Pembentukan ester asam lemak dengan 3-MCPD pada minyak sawit masih belum dapat diketahui dengan baik apakah terjadi pada saat sebelum sawit dipanen ataupun pada proses pengolahan setelah pascapanen, apabila diketahui maka pembentukan ester tersebut dapat dicegah. Analisis 3-MCPD ester dalam minyak sawit pada level *parts per million* (ppm) ataupun *parts per billion* (ppb) memerlukan teknik analisis instrumental menggunakan instrumen *gas chromatography* (GC) ataupun *high performance liquid chromatography* (HPLC). Saat ini 3-MCPD lebih banyak dianalisis menggunakan GC yang dilengkapi dengan detektor *mass spectrometry* (GC-MS), belum atau tidak pernah dianalisis menggunakan GC yang dilengkapi dengan *electron capture detector* (GC-ECD), padahal senyawa 3-MCPD mempunyai atom klor (Cl) yang mempunyai elektronegativitas tinggi sehingga dapat dianalisis dengan GC-ECD. Analisis 3-MCPD ester umumnya terdiri dari tiga

tahap, yaitu tahap transesterifikasi 3-MCPD ester baik secara asam ataupun secara alkali sehingga menghasilkan 3-MCPD bebas, tahap derivatisasi 3-MCPD dengan *heptafluorobutyrylimidazole* (HFBI) (Dubois *et al.*, 2012), *heptafluorobutyric acid anhydride* (HFBA) (Abu-El-Haj *et al.*, 2007) ataupun *phenylboronic acid* (PBA) (Kuhlmann, 2011) menghasilkan 3-MCPD bebas yang terderivatisasi dan tahap penentuan dengan instrumen GC misalnya GC-MS. Ester 3-MCPD dengan asam lemak yang dianalisis tersebut merupakan campuran senyawa mono dan diester dengan berbagai jenis asam lemak, selain itu 3-MCPD ester ini merupakan senyawa non volatil, sehingga tahap transesterifikasi dan derivatisasi diperlukan untuk membuat senyawa target tersebut menjadi volatil.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menguji kinerja analisis (analytical performance) 3-MCPD ester dalam minyak sawit dengan instrumen GC-ECD, serta menentukan kandungan 3-MCPD ester pada berbagai minyak sawit komersial menggunakan metode yang dari hasil pengujian tersebut. Kinerja analisis yang diuji meliputi linearitas instrumen, linearitas metode, *limit of detection* (LOD), *limit of quantification* (LOQ), akurasi dan presisi mengikuti Chung *et al.* (2002) dan Abu-El-Haj *et al.* (2007). Instrumen GC-ECD diketahui dapat mendeteksi atom halogen (atom klor dalam 3-MCPD) karena memiliki elektronegativitas tinggi.

BAHAN DAN METODE

1. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan minyak sawit dari berbagai merek (15 sampel), bahan kimia yaitu senyawa standar internal 1,4-diklorobenzena (1,4-DCB) dari J.T. Baker Inc. (Amerika Serikat), senyawa standar 3-MCPD dari Sigma Aldrich Chemie GmbH (Jerman) dengan kemurnian 98%, *methyl tertiary - butyl ether* (MTBE), etil asetat, sodium metoksida (NaOCH_3), asam asetat glacial, senyawa penderivat *phenylboronic acid* (PBA), metanol, aseton, n-heksana, NaCl dari Merck (Jerman) dengan kualitas *pro-analysis*, dan air deionisasi (air Millipore).

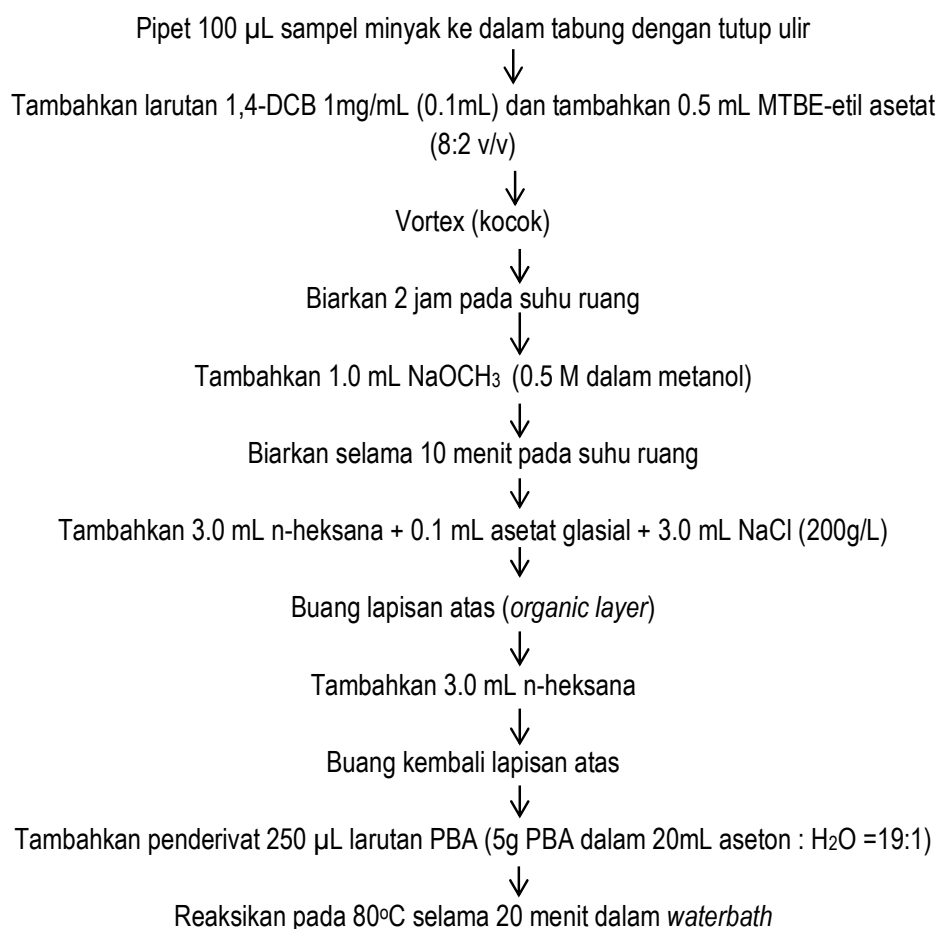
2. Peralatan

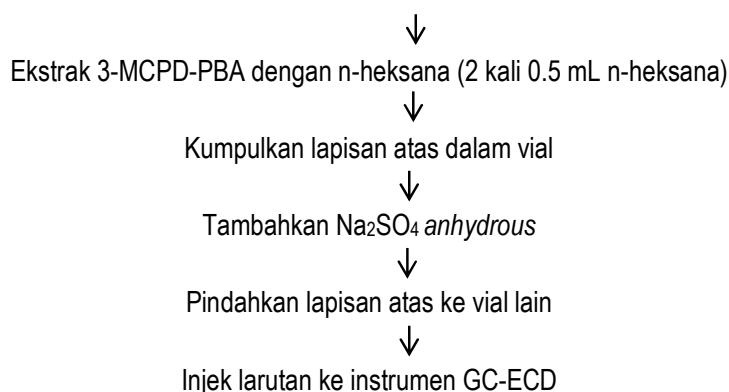
Peralatan utama yang digunakan adalah *Gas Chromatography System* model 7890A (Agilent Technologies, Amerika Serikat) yang dilengkapi dengan detektor ECD dan kolom Rtx-5MS (dimensi 30 m x 0.25 mm ID, 0.25 μm). Kondisi GC-ECD yang diterapkan adalah suhu injector 190 °C, gas pembawa: gas helium pada kecepatan 1.2 mL/menit, volume injeksi 1 μL , suhu kolom: 60°C (1 menit), 90°C kecepatan 6°C/menit, 90 °C (1minute), 230°C kecepatan 20°C/menit.

3. Pengujian kinerja analisis

Metode analisis 3-MCPD ester yang digunakan mengikuti metode AOCS (2009) yang dimodifikasi dengan menggunakan standar internal 1,4-DCB. Pengujian kinerja analisis meliputi linearitas instrumen menggunakan larutan standar 3-MCPD yang langsung diderivatisasi menggunakan PBA dan kemudian dianalisis dengan GC-ECD pada berbagai konsentrasi 3-MCPD dalam larutan etil asetat dan setelah diderivatisasi PBA dalam larutan n-heksana, sedangkan senyawa 1,4-DCB sebagai

standar internal ditambahkan pada jumlah yang sama setiap pengujian; linearitas metode menggunakan matriks sampel minyak sawit dan larutan standar 3-MCPD dan standar internal 1,4-DCB pada berbagai konsentrasi 3-MCPD dalam minyak sawit; limit deteksi (LOD) dan limit kuantifikasi (LOQ) instrumen ditentukan dari kurva kalibrasi standar 3-MCPD dan 1,4-DCB pada berbagai konsentrasi 3-MCPD dihubungkan dengan rasio S/N (*signal to noise ratio*), konsentrasi 3-MCPD yang mempunyai rasio S/N = 3 dinyatakan sebagai LOD, sedangkan konsentrasi 3-MCPD yang memberikan S/N = 10 dinyatakan sebagai LOQ; akurasi dan presisi ditentukan dari uji rekoveri sejumlah 7 ulangan menggunakan matriks sampel minyak sawit. Masing-masing pengujian yang menggunakan matriks sampel tersebut ditentukan 3-MCPD total dan 3-MCPD bebasnya. Analisis 3-MCPD total sesuai dengan Gambar 1. Analisis 3-MCPD bebas dilakukan dengan tanpa tahap penambahan sodium metoksida (NaOCH_3). Senyawa 3-MCPD ester ditentukan dengan mengurangi 3-MCPD total dengan 3-MCPD bebas (Divinova *et al.*, 2004). Linearitas instrument dan linearitas metode merupakan hubungan antara rasio area 3-MCPD terhadap area 1,4-DCB dengan konsentrasi 3-MCPD yang diuji.





Gambar 1. *Flow chart* analisis 3-MCPD total dalam minyak sawit (AOCS 2009, modifikasi terutama dalam penggunaan standar internal 1,4-diklorobenzena atau 1,4-DCB). Analisis 3-MCPD bebas ditentukan tanpa penambahan NaOCH_3 . Kadar 3-MCPD ester ditentukan dari pengurangan kadar 3-MCPD total dengan kadar 3-MCPD bebas.

4. Penentuan 3-MCPD ester pada sampel minyak sawit komersial
Metode analisis 3-MCPD yang telah ditentukan kinerjanya di atas digunakan untuk analisis 3-MCPD ester dalam sampel minyak sawit komersial (15 sampel). Terhadap masing-masing sampel dianalisis 3-MCPD total dan 3-MCPD bebasnya, kemudian 3-MCPD ester ditentukan dari pengurangan nilai 3-MCPD total dengan 3-MCPD bebas. Analisis 3-MCPD total dilakukan mengikuti flow chart pada Gambar 1. Analisis 3-MCPD bebas dilakukan dengan menghilangkan tahap penambahan sodium metoksida (NaOCH_3).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil uji kinerja instrumen dalam analisis 3-MCPD menggunakan GC-ECD
Hasil uji kinerja instrumen dengan menggunakan larutan standar 3-MCPD dan standar internal 1,4-DCB dalam analisis 3-MCPD menggunakan GC-ECD disajikan pada Tabel 1. Hasil menunjukkan linearitas yang baik (R^2 lebih dari 0.990), serta LOD instrumen serta LOQ instrumen, masing-masing 1.5 dan 7.6 $\mu\text{g/mL}$. Puncak 3-MCPD maupun puncak 1,4-DCB mempunyai presisi waktu retensi $<2.0\%$, yang diterima menurut JECFA (2006).

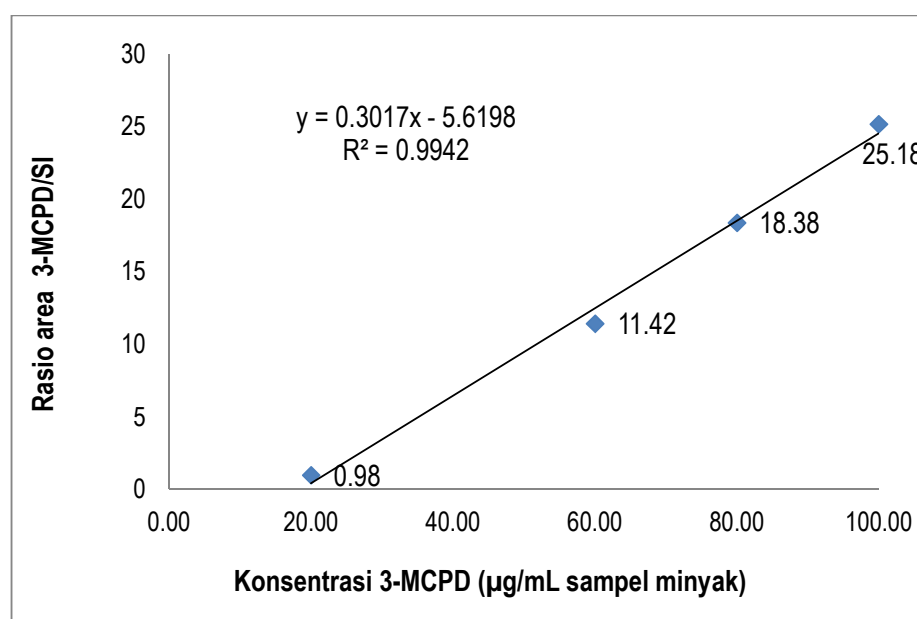
Tabel 1. Hasil uji kinerja instrumen dalam analisis 3-MCPD menggunakan instrument GC-ECD

Parameter uji	Percobaan 1	Percobaan 2	Rata-rata	Keterterimaan
Linearitas ($y=ax+b$)	$y=1.115x+2.135$ $R^2=0.9996$	$y=1.116x+0.613$ $R^2=0.9956$	0.9976	$R^2 > 0.990$ (AOAC 2012)
RSD waktu retensi 3-MCPD	0.37%	0.32%	0.35%	$\text{RSD } (\%) < 2.0\%$ (JECFA 2006)

RSD waktu retensi 1,4-DCB	0.05%	0.06%	0.05%	RSD (%) < 2.0% (JECFA 2006)
LOD (µg/mL)	0.776	2.139	1.46	Memiliki S/N = 3
LOQ (µg/mL)	7.054	8.142	7.60	Memiliki S/N = 10

2. Hasil uji kinerja analisis menggunakan matriks sampel minyak sawit

Linearitas metode analisis 3-MCPD dalam matriks sampel minyak sawit menggunakan GC-ECD ditunjukkan pada Gambar 2. Linearitas metode menunjukkan hasil yang dapat diterima dengan nilai R^2 lebih dari 0.990. Linearitas ditunjukkan dari hubungan rasio area 3-MCPD dan standar internal/SI (1,4-DCB) dengan konsentrasi 3-MCPD total dalam sampel minyak sawit.



Gambar 2. Linearitas metode dalam analisis 3-MCPD dengan GC-ECD menggunakan matriks sampel minyak sawit, senyawa sodium metoksida (NaOCH_3) sebagai agen transesterifikasi dan *phenylboronic acid* (PBA) sebagai agen penderivat dalam persiapan sampel. Linearitas merupakan hubungan rasio area 3-MCPD dan standar internal/SI (1,4-DCB) dengan konsentrasi 3-MCPD total dalam sampel minyak sawit.

Hasil uji akurasi dan presisi melalui uji rekovery dengan *spiked sample* pada konsentrasi *spike* yang menengah (60 µg 3-MCPD/mL sampel minyak) diperoleh akurasi dengan kisaran 35.07 – 38.71%, hal ini masih jauh di bawah nilai keterterimaan menurut AOAC (2012) yaitu 80 – 115 %, meskipun presisinya dapat diterima. Hasil ini ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Akurasi dan presisi dari uji rekovery dalam analisis 3-MCPD dengan GC-ECD menggunakan matriks sampel minyak sawit yang dispike 3-MCPD (60 µg/mL sampel).

Ulangan	Spike (µg 3-MCPD/mL sampel)	Total 3-MCPD (µg/mL)	Rekovery (%)**
1	60	21.04	35.07
2	60	22.53	37.54
3	60	23.22	38.71
4	60	22.02	36.71
5	60	21.45	35.74
6	60	21.81	36.36
7	60	21.23	35.38
Rata-rata		21.90	36.50 (Akurasi)
SD		0.77	
RSD (Presisi)*		3.52%	
RSD _{HORWITZ}		1.257%	

* Keterterimaan RSD (presisi): RSD analisis < RSD Horwitz (AOAC, 2012)

**Dihitung dari 3-MCPD total yang terbaca dibagi dengan 60 µg/mL, sampel sawit yang digunakan tidak mengandung 3-MCPD. Keterterimaan rekovery menurut AOAC (2012) adalah pada kisaran 80% - 115%.

3. Hasil analisis 3-MCPD ester dalam sampel minyak sawit komersial

Analisis 3-MCPD ester dalam sampel minyak sawit komersial dilakukan terhadap sampel komersial dengan dan tanpa penambahan 3-MCPD (60 µg/mL sampel). Sampel dengan penambahan 3-MCPD merupakan sampel kontrol yang hasilnya akan dijadikan faktor koreksi, dengan rumus perhitungan di bawah ini:

$$\text{Faktor koreksi} = \frac{A}{(B - C) - D}$$

A = Konsentrasi 3-MCPD dalam sampel yang dispike (=60 µg/mL sampel)

B = Konsentrasi 3-MCPD total dalam sampel spike yang terbaca (µg/mL sampel)

C = Konsentrasi 3-MCPD total dalam sampel tanpa spike yang terbaca (µg/mL sampel)

D = Konsentrasi 3-MCPD bebas dalam sampel tanpa spike yang terbaca (µg/mL sampel)

Dengan demikian masing-masing sampel komersial dianalisis sejumlah 3 kali, yaitu dianalisis 3-MCPD totalnya (1 ulangan), 3-MCPD bebasnya (1 ulangan) dan 3-MCPD total setelah sampel ditambahkan (dispike) 3-MCPD sejumlah 60 µg/mL sampel atau sampel kontrol (2 ulangan). Hasil analisis dan faktor koreksi (rata-rata dari 2 ulangan) ditunjukkan pada Tabel 3. Kadar 3-MCPD ester dalam sampel merupakan pengurangan dari kadar 3-MCPD total dengan 3-MCPD bebas, dikali dengan faktor koreksi. Hasil analisis pada Tabel 3 menunjukkan bahwa 15 sampel yang dianalisis 100% mengandung 3-MCPD ester dengan kisaran 2.41 – 30.42 µg/mL sampel. Hasil ini tidak jauh berbeda dengan hasil yang diperoleh peneliti lain

yang menggunakan metode persiapan sampel yang hampir sama tetapi menggunakan instrumen berbeda yaitu GC-MS, dilaporkan bahwa kisaran 3-MCPD ester dalam minyak sawit 13.94 – 34.52 µg/g sampel (Lanovia *et al.*, 2015) dan 8.15 – 58.14 µg/g sampel (Lioe *et al.*, 2015).

Tabel 3. Hasil analisis 3-MCPD ester dalam minyak sawit komersial dengan instrumen GC-ECD dan persiapan sampel menggunakan senyawa NaOCH₃ sebagai agen transesterifikasi dan senyawa *phenylboronic acid* (PBA) sebagai senyawa penderivat, serta 1,4-diklorobenzena (1,4-DCB) sebagai standar internal.

Sampel	Faktor koreksi rata-rata (N=2)	3-MCPD ester (µg/mL minyak)
S1 (supermarket)	2.239	8.59
S2 (minimarket)	2.622	9.15
S3 (shop)	2.599	8.86
S4 (supermarket)	2.398	27.95
S5 (shop)	2.674	30.42
S6 (supermarket)	2.446	2.59
S7 (minimarket)	2.303	2.41
S8 (supermarket)	2.735	8.18
S9 (minimarket)	2.588	9.12
S10 (shop)	2.326	7.74
S11 (supermarket)	2.877	10.09
S12 (minimarket)	2.640	9.39
S13 (shop)	2.862	9.28
S14 (shop)	2.776	6.14
S15 (minimarket)	1.966	16.08

KESIMPULAN

Analisis 3-MCPD ester dalam minyak sawit dapat dilakukan dengan instrumen GC-ECD menggunakan senyawa penderivat *phenylboronic acid* (PBA) dan standar internal 1,4-diklorobenzena. Uji kinerja instrumen dan kinerja analisis menunjukkan linearitas instrument dan linearitas metode yang baik dengan R² lebih dari 0.990 dengan limit deteksi dan limit kuantifikasi masing-masing 1.5 dan 7.6 µg/mL. Analisis 3-MCPD dalam sampel minyak sawit dengan GC-ECD tersebut menunjukkan akurasi yang kurang dari 40%, meskipun presisinya baik. Meskipun demikian, nilai akurasi yang kurang ini dapat dijadikan faktor koreksi untuk setiap analisis sampel minyak komersial. Hasil analisis 3-MCPD ester dalam 15 sampel minyak sawit menunjukkan 100% sampel positif mengandung 3-MCPD ester pada kisaran 2.41 – 30.42 µg/mL.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Yane Regiyana, STP., MSi. dan Rini Kesenja, STP. dari Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fateta, IPB, yang telah memberikan bantuan teknis dalam operasional instrumen GC-ECD.

DAFTAR PUSTAKA

- Abu-El-Haj, S., Bogusz, M.J., Ibrahim, Z., Hassan, H., Tufail, M.A. 2007. Rapid and simple determination of chloropropanols (3-MCPD and 1,3-DCP) in food products using isotope dilution GC-MS. *Food Control*, 18, 81–90.
- [AOAC] Association of Analytical Communities. 2012. AOAC Official Methods of Analysis, Appendix K: Guidelines for Single Laboratory Validation of Chemical Methods for Dietary Supplements and Botanicals. Tersedia pada (Mei 2015): http://www.eoma.aoac.org/app_k.pdf
- AOCS. 2009. Official methods and recommended practices of the AOCS, (6th Ed.) BfR. Federal Institute for Risk Assessment: BfR Method_82_FC-008-01 (2009). Determination of 3-MCPD fatty acid esters in edible oils and solid fats by GC– MS– an indirect determination by detection of free 3-MCPD released from 3MCPD esters by acid hydrolysis and by derivatization with phenylboronic acid. Dahlem, Germany. <http://www.aocs.org/tech/3-mcpd.cfm>
- Buhrke, T., Weisshaar, R., Lampen, A. 2011. Absorption and metabolism of the food contaminant 3-chloro-1,2-propanediol (3-MCPD) and its fatty acid esters by human intestinal Caco-2 cells. *Archives of Toxicology*, 85(10), 1201–1208.
- Chung, W., Hui, W., Cheng, S. 2002. Sensitive method for the determination of 1,3-dichloropropan-2-ol and 3-chloropropane-1,2-diol in soy sauce by capillary gas chromatography with mass spectrometric detection. *Journal of Chromatography A*, 952, 185–192.
- Divinova V, Svejtkovska B, Dolezal M, Velisek J. 2004. Determination of free and bound 3-chloropropane-1,2-diol by gas chromatography with mass spectrometric detection using deuterated 3-chloropropane-1,2-diol as internal standard. *Czech Journal of Food Sciences* 22, 182–189.
- Dubois, M., Tarres, A., Goldmann, T., Empl, A.M., Donaubaue, A., Seefelder, W. 2012. Comparison of indirect and direct quantification of esters of monochloropropanediol in vegetable oil. *Journal of Chromatography A*, 1236, 189–201.
- Hamlet, C.G., Sutton, P.G. 1997. Determination of chloropropanols 3-MCPD and 2-MCPD in hydrolysed vegetable proteins and seasonings by gas chromatography/ion trap mass spectrometry. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 11, 1417–1424.
- Hamlet C.G., Sadd, P.A., Gray, D.A. 2004. Chloropropanols and their esters in cereal products. *Czech Journal of Food Sciences*, 22, 259–262.
- JECFA. 2006. Combined Compendium of Food Additives Specifications. Volume 4: Analytical methods, test procedures and laboratory solutions used by and referenced in the food additive specifications. Rome (IT): FAO. Tersedia pada: <http://www.fao.org/docrep/009/a0691e/a0691e00.HTM>.
- Kuhlmann, J. 2011. Determination of bound 2,3-epoxy-1-propanol (glycidol) and bound monochloropropanediol (MCPD) in refined oils. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 113(3), 335–344.

- Lanovia, T., Andarwulan, N., Hariyadi, P. 2014. Validasi modifikasi metode Weißhaar untuk analisis 3-MCPD ester dalam minyak goreng sawit. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 25(2): 200–208.<http://dx.doi.org/10.6066/jtip.2014.25.2.200>.
- Lioe, H.N., Yuliana, N.D., Indrasti, D., Regiyana, Y., Putri, C.A. 2015. Analisis 3-monokloro-1,2-propanadiol (3-MCPD) ester dalam minyak sawit dengan instrumen kromatografi gas-spektroskopi massa (*Analysis of 3-monochloro-1,2-propanediol (3-MCPD) esters in palm oil using gas chromatography-mass spectroscopy instrument (GC-MS)*). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (Journal of Indonesian Agricultural Science)*, 20(2), 115 – 123.
- Razak, R.A.A., Kuntom, A., Siew, W.L., Ibrahim, N.A., Ramli, M.R., Hussein, R., Nesaretnam, K. 2012. Detection and Monitoring of 3-monochloropropane-1,2-diol (3-MCPD) esters in cooking oils. *Food Control*, 25(1), 355–360.<http://doi.org/btctnk>.
- Rietjens, I.M.C.M., Scholz, G., Berg, I., Schilter, B., Slob, W. 2012. Refined hazard characterization of 3-MCPD using benchmark dose modeling. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 114, 1140–1147

PENGARUH KOMBINASI GELATIN DARI SUMBER YANG BERBEDA TERHADAP KARAKTERISTIK SENSORIS PERMEN JELI ROSELA (*Hibiscus sabdariffa* L)

*Effect of Gelatin Combination from Different Sources on Sensory
Characteristics of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L) Jelly Candy*

Yuliani^{a*}

^aJurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman
Jalan Tanah Grogot Gd. Lab Terpadu, Kampus Gunung Kelua, Samarinda

*E-mail: yulicnd@yahoo.com

ABSTRACT

Candy jelly is a confectionery product that has chewy and elastic texture made from mixing of water or fruit juice, flavor, sugar, and gelating agents like gelatin. Gelatin type affects significantly on the characteristics of jelly candies. This report describes the effect of gelatin from different bone sources (bovine (GTS), Lopis fish (*Chilata lopis*) (GTP), and mackerel fish (*Scomberomorus commerson*) (GTT)) and its combinations on sensory characteristics (hedonic and hedonic quality for taste, aroma, color, texture, and overall) of jelly candies, which added by natural color and flavor of roselle calyces extract. Single factor experiment of seven treatments (GTT, GTP, GTS, GTS:GTT 1:1, GTS:GT 3:1, GTS:GTP 1:1, GTS:GTP 3:1) each replicated for three time, was arranged in completely randomized design. Data obtained were analyzed by ANOVA continued by LSD test for the treatment showing significance difference ($p < 0.05$). Sensory data transformed from ordinal data to interval data by Methode of Successive Interval (MSI) prior analyzed by ANOVA. The results showed that gelatin combination of bovine bone gelatin and Lopis fish bone gelatin of 3:1 (GTS: GTP 3:1) resulted more preferable jelly candy for all hedonic properties among the other formula. The candy jelly has the taste of sour-sweet, purplish-red color, dense and chewy texture, while the moisture content, pH, and gel strength, are $(12.89 \pm 0.18)\%$, (4.30 ± 0.25) , (2521.04 ± 16.47) g/cm² respectively.

Keywords: gelatin, rosella, *Scomberomorus commerson*, *Chitala lopis*

ABSTRAK

Permen jeli merupakan produk confectionery yang memiliki tekstur kenyal dan elastic yang terbuat dari komponen air atau sari buah, flavor, gula dan bahan pembentuk gel seperti gelatin. Penggunaan jenis gelatin sangat mempengaruhi karakteristik permen jeli yang dihasilkan. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis gelatin yang berbeda dan kombinasinya terhadap karakteristik sensoris (hedonic dan mutu hedonic untuk rasa, aroma, warna, tekstur, dan overall) permen jeli dengan penambahan ekstrak kelopak bunga rosela. Gelatin dari sumber tulang sapi (GTS), tulang ikan pipih (GTP) (*Chitala lopis*), dan tulang ikan tenggiri (GTT) (*Scomberomorus commerson*) digunakan dalam penelitian ini. Penelitian faktor tunggal dengan tujuh perlakuan (jenis gelatin atau kombinasinya), yaitu GTT, GTP, GTS, GTS:GTT 1:1, GTS:GTT 3:1, GTS:GTP 1:1, GTS:GTP 3:1, dilakukan dengan tiga ulangan untuk setiap perlakuan. Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam, dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil untuk perlakuan yang berbeda nyata ($p < 0,05$). Untuk data sensoris dilakukan transformasi dari data ordinal ke data interval menggunakan Methode of Successive Interval (MSI) sebelum dilakukan analisis sidik ragam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan kombinasi gelatin tulang sapi dan gelatin tulang ikan pipih (GTS:GTP 3:1) lebih disukai oleh

panelis untuk semua karakteristik hedonik dibanding jeli dengan formula gelatin lainnya dan mempunyai rasa asam-manis, warna merah-keunguan, tekstur padat dan kenyal serta memiliki kadar air, pH, dan kekuatan gel, masing-masing sebesar $(12.89 \pm 0,18)\%$, $(4,30 \pm 0,25)$, $(2521,04 \pm 16,47) \text{ g/cm}^2$.

Keywords: gelatin, rosella, *Scomberomorus commerson*, *Chitala lopis*

PENDAHULUAN

Penggunaan gelatin menjadi faktor penting dalam industri pengolahan pangan yang menggunakan gelatin sebagai bahan tambahan pangan untuk mendapatkan tekstur dan viskositas yang diinginkan. Gelatin adalah suatu polipeptida dengan berat molekul tinggi yang diturunkan dari kolagen, dimana kolagen banyak terdapat pada jaringan penghubung hewan seperti kulit, tulang, dan tendon. Gelatin terutama digunakan dalam bidang industri pangan (*confectionery, meat products, dairy products, dll*), farmasetikal (kapsul, dll), fotografi, dan aplikasi teknik. Dalam industri pangan, gelatin digunakan sebagai pembentuk gel, pemantap, pengental, dan penstabil (Poppe, 1999). Di Indonesia, kebutuhan akan gelatin masih mengandalkan impor dari negara lain. Sekitar 44% produksi gelatin dunia berasal dari kulit babi (Devitasari, 2010), dimana hal ini menjadi permasalahan dari segi kehalalannya bagi masyarakat Indonesia yang sebagian besar beragama islam. Salah satu cara untuk mengurangi ketergantungan dari gelatin impor tersebut dan untuk menggantikan bahan baku sumber gelatin dengan bahan selain sumber babi dapat dilakukan dengan cara mencari bahan pengganti sebagai alternatif bahan baku produksi gelatin, diantaranya berupa tulang sapi dan tulang ikan. Industri makanan ringan berupa amplang di kota Samarinda menyisakan limbah berupa kulit dan tulang ikan, diantaranya berasal dari ikan pipih (*Chitala lopis*) dan ikan tenggiri (*Scomberomorus commerson*), sehingga limbah berupa tulang dari kedua jenis ikan ini dapat dimanfaatkan untuk produksi gelatin. Gelatin komersial memiliki kekuatan gel antara 50-300 bloom (Poppe, 1999).

Permen jeli merupakan makanan yang banyak digemari oleh masyarakat baik anak-anak maupun orang dewasa dikarenakan rasa dan warna yang beranekaragam dan teksturnya yang kenyal dan elastis. Permen jeli merupakan permen yang terbuat dari komponen air atau sari buah, flavor, gula dan bahan pembentuk gel seperti gelatin. Diharapkan gelatin dari tulang ikan pipih dan ikan tenggiri dapat diaplikasikan pada produk permen jeli. Permen jeli lunak memerlukan gelatin dengan kekuatan gel antara 150-250 bloom, sehingga jika gelatin yang dihasilkan memiliki kekuatan gel yang rendah (lebih kecil dari 150 bloom) maka diperlukan kombinasi gelatin dari kedua jenis tulang ikan tersebut dengan gelatin dari tulang sapi untuk menghasilkan permen jeli dengan tekstur yang disukai. Untuk meningkatkan rasa dan warna permen jeli dapat ditambahkan gula dan ekstrak kelopak bunga rosella (*Hibiscus sabdariffa L*), dimana pada kelopak bunga rosella mengandung zat warna antosianin dan zat pemberi rasa asam berupa asam sitrat dan asam malat (Mardiah dkk, 2009).

BAHAN DAN METODE

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah tulang sapi, tulang ikan pipih (*Chitala lopis*), tulang ikan tenggiri (*Scomberomorus commerson*), dan kelopak bunga rosela (*Hibiscus sabdariffa* L). Tulang ikan pipih dan tulang ikan tenggiri diperoleh dari limbah industri amplang di kota Samarinda, yang diperoleh dari lokasi penggilingan daging ikan untuk industri amplang di kota Samarinda, sedangkan tulang sapi dibeli di pasar tradisional di kota Samarinda. Kelopak bunga rosela diperoleh dari petani rosela di desa Lempake, kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur. Kelopak bunga rosela dikeringkan dengan cara pemanasan menggunakan oven pada suhu 70°C selama 7 jam. Bahan kimia yang digunakan adalah larutan asam klorida 4%. Alat yang digunakan untuk produksi gelatin meliputi waterbath dengan pemanas, lemari pendingin, dan oven. Analisis kadar air dilakukan dengan cara pemanasan menggunakan oven mengikuti metode Sudarmadji, dkk (2003), derajat keasaman (pH) diukur pada suhu kamar menggunakan alat pHep Tester dari Hanna Instrument, sedangkan kekuatan gel diukur menggunakan alat Stevens-LFRA Texture analyzer. Uji organoleptik hedonik dan mutu hedonik dilakukan oleh 20 orang panelis agak terlatih mengikuti metode Dwi Setyaningsih, dkk (2010). Data analisa yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam, dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil untuk perlakuan yang berbeda nyata ($p < 0,05$). Untuk data sensoris dilakukan transformasi dari data ordinal ke data interval menggunakan *Method of Successive Interval* (MSI) sebelum dilakukan analisis sidik ragam.

Produksi gelatin

Untuk produksi gelatin terlebih dahulu tulang ikan tenggiri, tulang ikan pipih dan tulang sapi dibersihkan dengan air mengalir sampai bersih dan bebas dari sisa-sisa daging, sisik dan lemak yang menempel. Setelah tulang dibersihkan, selanjutnya dilakukan *degreasing* (penghilangan lemak) dengan cara perebusan dengan air mendidih selama 30 menit untuk tulang ikan pipih dan tulang ikan tenggiri. Untuk tulang sapi dilakukan perebusan selama 3 jam. Kemudian ditiriskan dan dilakukan pengecilan ukuran $\pm 2-3 \text{ cm}^2$ untuk memperluas permukaan sedangkan untuk tulang sapi dihancurkan menjadi potongan kecil. Selanjutnya dilakukan proses *demineralisasi* / *hidrolisis* dengan cara direndam dalam larutan HCl dengan konsentrasi 4% selama 24 jam untuk tulang ikan tenggiri, 48 jam untuk tulang ikan pipih dan 72 jam untuk tulang sapi. Selanjutnya tulang lunak (ossein) yang dihasilkan disaring dan dicuci dengan NaOH encer (0,01 N) dan aquadest hingga pH menjadi netral. Tulang lunak (ossein) kemudian dimasukkan ke dalam *beaker glass* dan ditambahkan aquades dengan perbandingan aquades : ossein adalah 3 : 1 (b/b), selanjutnya diekstraksi dalam *waterbath* pada suhu 80°C selama 6 jam. Kemudian dilakukan penyaringan, ekstrak yang diperoleh didinginkan pada suhu 4°C selama 12 jam. Larutan ekstrak kental kemudian dipanaskan dalam oven pada suhu 50°C selama ± 48 jam hingga terbentuk lapisan gelatin. Selanjutnya, dilakukan penghalusan hingga terbentuk bubuk gelatin kering. Gelatin dari tulang ikan tenggiri (GTT), tulang ikan pipih (GTP), dan tulang sapi (GTS) yang diperoleh berturut-turut memiliki karakteristik untuk kadar air : $(6,78 \pm 0,18)\%$; $(9,33 \pm 0,25)\%$; $(8,02$

$\pm 0,37\%$, pH : $(2,87 \pm 0,03)$; $(4,22 \pm 0,03)$; $(4,84 \pm 0,03)$, dan kekuatan gel : $(38,43 \pm 1,52)$ g/cm² ; $(219,98 \pm 5,58)$ g/cm² ; $(175,54 \pm 6,09)$ g/cm² .

Pengolahan permen jeli rosella

Proses pengolahan permen jeli rosella dilakukan dengan cara menambahkan High Fructose Syrup dengan komposisi fruktosa 55%, glukosa 38% dan oligosakarida 7% dan gula pasir (sukrosa) ke dalam ekstrak kelopak bunga rosella, kemudian dimasak pada suhu 90°C selama 1 menit. Pemasakan dilanjutkan pada suhu 100°C selama 2 menit setelah penambahan gelatin (12% dari volume ekstrak rosella) dan guar gum. Bahan yang sudah mengental, dimasukkan kedalam cetakan dan ditutup lalu didiamkan selama 1 jam. Selanjutnya permen jeli yang terbentuk dimasukkan ke dalam ruang pendingin (*refrigerator*) pada suhu 4°C selama 24 jam. Komposisi bahan permen jeli sesuai perlakuan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi bahan pada pengolahan permen jeli rosella

Bahan	Perlakuan						
	GTT	GTP	GTS	GTS:GTT 1:1	GTS:GT T 3:1	GTS:GTP 1:1	GTS:GTP 3:1
Ekstrak kelopak bunga rosella kering 1,5% (ml)	50	50	50	50	50	50	50
Gula pasir (sukrosa) (g)	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5
HFS (g)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Guar Gum (g)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Kalium sorbat (g)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Perisa strawberry (tetes)	5	5	5	5	5	5	5
Gelatin tulang ikan tenggiri (GTT) (g)	6	-	-	3	1,5	-	-
Gelatin tulang ikan pipih (GTP) (g)	-	6	-	-	-	3	1,5
Gelatin tulang sapi (GTS) (g)	-	-	6	3	4,5	3	4,5

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik sensoris permen jeli rosella

Karakteristik sensoris dari permen jeli rosella dengan perlakuan jenis gelatin dan kombinasinya disimpulkan pada Tabel 2 yang meliputi nilai kesukaan terhadap rasa, aroma, warna, tekstur, dan *overall*, serta Tabel 3 yang meliputi penilaian mutu hedonik terhadap rasa, warna, dan tekstur. Uji hedonik merupakan penilaian tingkat kesukaan yang diberikan panelis terhadap rasa, aroma, warna, tekstur, dan *overall* permen jeli rosella yang dihasilkan. Berdasarkan hasil uji sidik ragam diketahui bahwa perlakuan jenis gelatin dan kombinasinya pada permen jeli rosella berpengaruh nyata pada kesukaan panelis terhadap rasa, aroma, tekstur, dan *overall* tetapi tidak berpengaruh nyata pada kesukaan terhadap warna permen jeli rosella, serta berpengaruh nyata pada mutu hedonik rasa, warna, dan tekstur.

Panelis menyukai rasa permen jeli pada semua perlakuan yang mengandung gelatin tulang sapi (GTS) baik tunggal maupun kombinasi dengan gelatin tulang ikan tenggiri (GTT) dan gelatin tulang ikan pipih (GTP), dan agak suka pada rasa permen jeli yang mengandung GTT dan GTP tunggal. Rasa yang paling disukai panelis adalah rasa permen jeli pada perlakuan penambahan GTS dan GTP dengan perbandingan 3:1 yang berdasarkan penilaian mutu hedonik memiliki rasa manis-asam. Rasa asam pada permen jeli berasal dari ekstrak kelopak bunga rosella dan gelatin yang ditambahkan. Kelopak bunga rosella berasa asam karena banyak mengandung asam malat dan asam sitrat (Mardiah dkk, 2009), demikian pula gelatin yang ditambahkan memiliki derajat keasaman antara 2,87- 4,84. Sedangkan rasa manis permen jeli berasal dari penambahan gula (HFS dan sukrosa). Hasil penelitian Rahmi, dkk (2012), menunjukkan panelis suka terhadap rasa permen jeli rosella dengan penambahan gelatin sapi dengan konsentrasi 16%.

Panelis suka pada aroma permen jeli untuk semua perlakuan kecuali pada perlakuan GTT panelis memberi penilaian agak suka. Nilai kesukaan terhadap aroma yang tertinggi adalah pada perlakuan GTS:GTP 3:1 sebesar $4,48 \pm 0,07$ (suka). Aroma permen jeli yang dihasilkan merupakan hasil interaksi antara aroma perisa strawberry dengan aroma ekstrak kelopak bunga rosella dan aroma gelatin. Aroma agak amis dari gelatin kurang tertutupi hanya dengan penambahan ekstrak kelopak bunga rosella, tetapi dapat dihilangkan dengan penambahan perisa strawberry.

Kesukaan panelis terhadap warna permen jeli untuk semua perlakuan tidak berbeda nyata yaitu panelis suka pada warna permen jeli rosella dari semua perlakuan. Warna permen jeli berasal dari ekstrak kelopak bunga rosella, dimana pada kelopak bunga rosella mengandung pigmen warna antosianin (Mardiah dkk, 2009). Pigmen antosianin adalah pigmen yang memberi warna merah, ungu, dan biru pada buah-buahan/tumbuh-tumbuhan (Lee *et al*, 2005). Berdasarkan hasil uji mutu hedonik, warna permen berbeda nyata antar perlakuan yaitu warna berkisar dari merah hingga merah keunguan, hal ini disebabkan warna pigmen antosianin sangat dipengaruhi oleh pH. Warna pigmen antosianin berwarna terang pada pH < 3,5 dan akan berkurang warnanya pada pH > 4,5 (Brannen *et al*, 1990). Karena Jenis gelatin yang ditambahkan memiliki pH yang berbeda, maka permen jeli yang

dihasilkan memiliki pH yang berbeda pula yaitu berkisar antara ($2,34 \pm 0,20$) s/d ($4,3 \pm 0,25$), kisaran pH ini adalah pH dimana warna merah ungu antosianin cukup terang.

Tabel 2. Pengaruh jenis gelatin terhadap karakteristik hedonik rasa, aroma, warna, dan tekstur permen jeli rosela

Perlakuan	Rasa	Aroma	Warna	Tekstur	Overall
GTT	($2,61 \pm 0,13$) c	($3,88 \pm 0,11$) d	($3,80 \pm 0,09$)	($1,56 \pm 0,07$) d	($3,41 \pm 0,05$) d
GTP	($3,18 \pm 0,22$) b	($3,96 \pm 0,15$) cd	($3,72 \pm 0,09$)	($2,37 \pm 0,09$) c	($3,89 \pm 0,15$) e
GTS	($3,59 \pm 0,16$) ab	($4,27 \pm 0,07$) ab	($4,18 \pm 0,07$)	($2,92 \pm 0,02$) ab	($4,41 \pm 0,10$) ab
GTS:GTT 1:1	($3,29 \pm 0,08$) ab	($4,01 \pm 0,04$) cd	($3,89 \pm 0,19$)	($2,48 \pm 0,16$) c	($3,87 \pm 0,12$) c
GTS:GTT 3:1	($3,41 \pm 0,16$) ab	($4,07 \pm 0,04$) bcd	($3,72 \pm 0,10$)	($2,77 \pm 0,08$) b	($4,16 \pm 0,02$) bc
GTS:GTP 1:1	($3,54 \pm 0,09$) ab	($4,18 \pm 0,11$) bc	($3,92 \pm 0,06$)	($2,97 \pm 0,05$) ab	($4,41 \pm 0,06$) ab
GTS:GTP 3:1	($3,64 \pm 0,05$) a	($4,48 \pm 0,07$) a	($4,14 \pm 0,15$)	($3,11 \pm 0,05$) a	($4,71 \pm 0,18$) a

Nilai pada setiap kolom yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNT taraf α 5%.

Keterangan :

Skala penilaian kesukaan : (1) tidak suka, (2) agak tidak suka, (3) agak suka, (4) suka, (5) sangat suka.

Skala berdasarkan transformasi data menggunakan MSI :

Skala hedonic rasa : 0-0,999 (sangat tidak suka), 1-1,798 (agak tidak suka), 1,799-3,247 (agak suka), 3,248-4,639 (suka), 4,640-5,326 (sangat suka).

Skala hedonic aroma : 0-0,999 (sangat tidak suka) 1-2,12 (agak tidak suka), 2,13-3,939 (agak suka), 3,940-5,28 (suka), 5,29-5,946 (sangat suka).

Skala hedonic warna : 0-0,999 (sangat tidak suka), 1-1,96 (agak tidak suka), 1,97-3,62 (agak suka), 3,63-5,00 (suka), 5,00-5,933 (sangat suka).

Skala hedonic tekstur : 0-0,999 (sangat tidak suka), 1-1,52 (agak tidak suka), 1,52-2,58 (agak suka), 2,59-3,793 (suka), 3,794-4,460 (sangat suka)

Tabel 3. Pengaruh jenis gelatin terhadap karakteristik mutu hedonik rasa, warna, dan tekstur permen jeli rosela

Perlakuan	Rasa	Warna	Tekstur
GTT	($5,07 \pm 0,18$) a	($1,91 \pm 0,08$) d	($1,54 \pm 0,14$) e
GTP	($4,36 \pm 0,09$) b	($2,78 \pm 0,14$) c	($2,35 \pm 0,14$) d
GTS	($3,82 \pm 0,11$) c	($3,46 \pm 0,04$) ab	($3,18 \pm 0,07$) bc
GTS:GTT 1:1	($4,23 \pm 0,02$) b	($3,22 \pm 0,16$) b	($2,96 \pm 0,04$) c
GTS:GTT 3:1	($3,90 \pm 0,09$) c	($3,37 \pm 0,05$) ab	($3,21 \pm 0,13$) bc
GTS:GTP 1:1	($3,66 \pm 0,04$) c	($3,60 \pm 0,07$) a	($3,31 \pm 0,08$) b
GTS:GTP 3:1	($3,80 \pm 0,07$) c	($3,59 \pm 0,03$) a	($3,72 \pm 0,14$) a

Nilai pada setiap kolom yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNT taraf α 5%.

Keterangan :

Skala berdasarkan transformasi data menggunakan MSI

Skala mutu hedonik rasa : 1.000-1,98 (sangat manis), 1,99-3,62 (manis), 3,63-4,88 (manis asam), 4,89-6,071 (asam), 6,072-6.661 (sangat asam).
 Skala mutu hedonik warna : 1.000-1,437(merah muda), 1,438-2,275(merah), 2.276-3,123(merah agak keunguan), 3,124-4,116(merah keunguan), 4,117-4.662(ungu).
 Skala mutu hedonik tekstur : 1.000-1,424(cair), 1,425-2,251(kental), 2,252-3,179(padat agak kenyal), 3,180-4,374(padat dan kenyal), 4,375-5,044(padat sangat kenyal).

Kesukaan panelis terhadap tekstur permen jeli rosela berkisar dari agak suka sampai suka, dimana panelis suka pada tekstur permen jeli rosella dengan perlakuan GTS, GTS:GTT 3:1, GTS:GTP 1:1, dan GTS:GTP 3:1 (berdasarkan penilaian mutu hedonik permen yang dihasilkan bertekstur padat dan kenyal) dan agak suka pada tekstur permen jeli dengan perlakuan GTT (tekstur kental), dan GTP, GTS:GTT 1:1 (tekstur padat agak kenyal).

Karakteristik fisiko-kimia permen jeli rosella kombinasi GTS-GTP 3:1

Berdasarkan hasil uji hedonik perlakuan kombinasi GTS-GTP 3:1 adalah perlakuan yang menghasilkan permen jeli rosella yang paling disukai panelis dengan karakteristik fisika-kimia tercantum pada Tabel 4. Jika dibandingkan dengan permen jeli komersial (PJK), maka permen jeli dengan perlakuan GTS:GTP 3:1 memiliki kadar air lebih tinggi dari kadar air PJK, akan tetapi keduanya memiliki kadar air yang masih memenuhi Standard Nasional Indonesia (SNI No.3547-2-2008) tentang syarat mutu kembang gula lunak (permen jeli) dengan syarat kadar air maksimum 20%.

Tabel 4. Karakteristik fisiko-kimia permen jeli dengan kombinasi GTS:GTP 3:1 dan permen jeli komersial

Parameter uji	Permen jeli	
	GTS:GTP 3:1	Permen jeli komersial
Kadar air (%)	(12,89 ± 0,18) a	(11,25 ± 0,16) b
pH	(4,30 ± 0,25)	-
Kekuatan gel (g/cm ²)	(2521,04 ± 16,47)b	(5549,52 ± 12,21) a

Keterangan : angka pada baris yang sama yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukka berbeda nyata pada uji T.

Kekuatan gel permen jeli dengan kombinasi perlakuan GTS:GTP 3:1 adalah (2521,04 ± 16,47)g/cm², lebih rendah jika dibandingkan dengan kekuatan gel permen jeli komersial yang memiliki kekuatan gel sebesar (5549,52 ± 12,21) g/cm² . Kekuatan gel permen jeli sangat dipengaruhi oleh jenis gelatin yang ditambahkan, dari ketiga jenis gelatin yang digunakan, GTP dan GTS memiliki kekuatan gel antar 150-250 g/cm², sehingga memiliki kemampuan untuk membentuk gel yang dipersyaratkan untuk permen jeli lunak, sedangkan GTT memiliki kekuatan gel 38,43 g/cm² seingga permen jeli yang dihasilkan berbentuk kental dan tidak membentuk gel. *Tamer, et all* (2013) mengolah permen jeli dengan menggunakan gelatin dengan kekuatan gel 175-275 bloom dan penambahan konsentrat jus apel dan asam sitrat menghasilkan permen jeli dengan kekerasan (hardness) antara 4000-5000 g.

KESIMPULAN

Jenis gelatin dan kombinasinya berpengaruh pada preferensi panelis terhadap rasa, aroma, tekstur, dan *overall* serta nilai mutu hedonik rasa, warna, dan tekstur, tetapi tidak berpengaruh pada preferensi panelis terhadap warna permen jeli rosella yang dihasilkan. Permen jeli rosella dengan penambahan gelatin tulang sapi dan gelatin tulang ikan pipih dengan perbandingan 3:1 adalah yang paling disukai oleh panelis dari segi aroma, rasa, warna, dan tekstur, dibandingkan permen jeli dengan formula gelatin lainnya dan mempunyai rasa asam-manis, warna merah-keunguan, tekstur padat dan kenyal serta memiliki kadar air, pH, dan kekuatan gel masing-masing sebesar $(12.89 \pm 0.18)\%$, (4.30 ± 0.15) , dan $(2521.04 \pm 16.47) \text{ g/cm}^2$

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia yang telah membiayai penelitian ini melalui penelitian desentralisasi Hibah Bersaing tahun 2015

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. 1995. Standar Nasional Indonesia (SNI) tentang Gelatin No. 06-3735-1995. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 2008. Standar Nasional Indonesia (SNI) tentang Syarat Mutu Kembang Gula Lunak (Jelly) No. 3547-2-2008, Jakarta.
- Branen, A.L., P.M.Davidson, and S. Salminen. 1990. *Food Additives*. Marcel Dekker, Inc, New York, Basel.
- Devitasari. 2010. Pabrik gelatin Halal Pertama di Malaysia. <http://food.detik.com/read/2010/07/13/154914/1398410/901/pabrik-gelatin-halal-pertama-di-malaysia>. (15 September 2015)
- Dwi setyaningsih, Anton Apriantono, dan Maya Puspita Sari. 2010. Analisis Sensori untuk Industri Pangan dan Agro. IPB Press, Bogor
- Kadafi, M. 2014. Pengaruh Jenis Dan Konsentrasi Asam Terhadap Produksi Dan Mutu Gelatin Tulang Ikan Pipih (*Chitala Lopis*) Sebagai Limbah Industri Amplang Di Kota Samarinda. Skripsi. Program Studi Teknologi Hasil Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Lee, J., R.W. Durst, and R.E. Wrolstad. 2005. *Determination of Total Monomeric Anthocyanin Pigment Content of Fruit Juices, Beverages, Natural Colorants, and Wine by the pH Differential Methode : Collaborative Study*. Journal of AOAC International. 88(5) : 1269-1278.
- Mardiah, H. Suwarni, R.W. Ashadi, dan A. Rahayu. 2009. Budi Daya dan Pengolahan Rosela Si Merah Segudang Manfaat. AgroMedia Pustaka, Jakarta.
- Poppe J. 1999. *Gelatin* dalam Imeson, A. 1999. *Thickening and Gelling Agents for Food*. 2nd ed. Aspen Publishers, Inc., Gaytherburg, Maryland

- Pranoto, Y., D.W.Marseno, and H.Rahmawati. 2011. Characteristics of gelatins extracted from fresh and sun-dried seawater fish skins in Indonesia. *International Food research Journal* 18(4): 1335-1341.
- Rachmania, R.A., F. Nisma, dan E. Mayangsari. 2013. Ekstraksi Gelatin dari tulang ikan Tenggiri melalui proses hidrolisis menggunakan larutan basa. *Jurnal Media Farmasi* 10(2):18-28.
- Rahmi, S.L., F. Tafzi, dan S. Anggraini. 2012. Pengaruh penambahan gelatin terhadap pembuatan permen jelly dari bunga rosella (*Hibiscus sabdariffa* Linn). *Jurnal Penelitian Universitas Jambi Seri Sains*. 14(1): 37-44
- Sinurat, E., dan Murniyati. 2014. Pengaruh Waktu dan suhu Pengeringan terhadap Kualitas Permen Jeli. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 9(2): 133-142.
- Steel, R.G.D., and J.H. Torrie. 1989. *Prinsip dan Prosedur Statistika Suatu Pendekatan Biometric*. Alih bahasa : Bambang Sumantri. Edisi ke dua. PT Gramedia, Jakarta.
- Sudarmadji, S., B.Haryono, dan Suhardi. 2003. *Analisis Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty, Yogyakarta.
- Suptijah, P., S.H.Susena, dan C. Anwar. 2013. Analisis Kekuatan Gel (*Gel Strength*) Produk Permen Jelly Gelatin Kulit Ikan Cucut dengan Penambahan Karaginan dan Rumput Laut. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 16(2): 183-191.
- Tamer, C.E., B. Incedayi, O.U. Copur, and M. Karınca. 2013. A research on the fortification for jelly confectionery. *Journal of Food, Agriculture, and Environment*. 11(2) : 152-157.

T4-MG 41

AKTIVITAS HIPOKOLESTEROLEMIK EKSTRAK ETANOL DAUN PANDAN WANGI PADA TIKUS DIABETES

Hypocholesterolemic Activity of Ethanolic Extract from Pandanus Amaryllifolius Leaf in Diabetic Rats

Ch. Lilis Suryani^a dan Siti Tamaroh^b

^{a,b}Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Agroindustri,
Universitas Mercu Buana Yogyakarta, Jl. Wates Km 10 Yogyakarta, Indonesia

email : chlilis05@yahoo.com

ABSTRACT

Number of diabetes mellitus patients continues to grow. Diabetic patients have a higher risk of cardiovascular disease. The research objective was to determine the hypocholesterolemic activity of ethanolic extract from pandanus leaves, especially in diabetic rats with alloxan induction. Rats 32 tails grouped for each 8 animals in 4 groups: first rat's normal control, second control diabetic rats, third diabetic rats with feed intake standards and the ethanolic extract from pandanus leaves, and fourth diabetic rats with feed intake standards and vitamin E commercial. Treatment for 28 days and every 14 days a blood sample to be analyzed lipid profile. The results showed that after four days of treatment of diabetes, increased blood cholesterol levels of rats. After treatment for 28 days, the intake of ethanolic extract from pandanus leaves as much as 5.617 mg / 20g diet can lower blood cholesterol levels up to 20.82%, and intake of vitamin E commercial can lower blood cholesterol levels up to 30.63%. LDL cholesterol and triglyceride levels diabetic rats were fed a diet pandanus leaf ethanolic extract and vitamin E also decreases, but HDL cholesterol was increases. Concluded that the intake of ethanolic extract from pandanus in diabetic rats were able to lower their blood cholesterol levels that indicate the ethanol extract of pandanus leaves have hypocholesterolemic activity.

Keywords : *Pandanus amaryllifolius*, ethanolic extract, hypocholesterolemic activity.

ABSTRAK

Jumlah penderita penyakit diabetes melitus terus bertambah. Penderita penyakit diabetes mempunyai resiko tinggi terkena penyakit komplikasi kardiovaskuler. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui aktivitas hipokolesterolemik dari ekstrak etanol daun pandan wangi khususnya pada tikus diabetes dengan induksi aloksan. Tikus sebanyak 40 ekor dikelompokkan masing-masing 10 ekor dalam 4 kelompok yaitu I tikus kontrol normal, II tikus kontrol diabetes, III tikus diabetes dengan asupan pakan standar dan ekstrak etanol pandan wangi, dan IV tikus diabetes dengan asupan pakan standar dan vitamin E komersial. Perlakuan selama 28 hari dan setiap 14 hari diambil sampel darahnya untuk dianalisis profil lipidnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setelah 4 hari perlakuan diabetes, terjadi peningkatan kadar kolesterol darah tikus. Setelah perlakuan selama 28 hari, asupan ekstrak etanol daun pandan wangi sebanyak 5,617 mg/20g diet dapat menurunkan kadar kolesterol darah hingga 20,82% sedangkan asupan vitamin E komersial 30,63% sedangkan kadar kolesterol darah tikus kontrol diabetes semakin naik. Kadar LDL kolesterol dan trigliserida tikus diabetes yang diberi asupan ekstrak etanol daun pandan wangi dan vitamin E juga semakin menurun sedangkan HDL kolesterolnya semakin naik. Disimpulkan bahwa asupan ekstrak pandan wangi pada tikus

diabetes mampu menurunkan kadar kolesterol darahnya yang menunjukkan ekstrak etanol daun pandan wangi mempunyai aktivitas hipokolesterolemik.

Kata Kunci : *Pandanus amaryfollius*, ekstrak etanol, aktivitas hipokolesterolemik.

PENDAHULUAN

Berbagai penelitian tentang potensi hipoglikemik dari tanaman pandan telah banyak dilakukan. Peneliti sebelumnya, Kumari dkk. (2013) menyatakan bahwa ekstrak methanol akar pandan berduri (*Pandanus fascicularis* Lamk) mempunyai kemampuan antidiabetes. Sedangkan Sasidharan dkk. (2011) menyatakan bahwa daun pandan wangi di Negara Malaysia banyak digunakan sebagai bahan pengobatan tradisional bagi penderita diabetes. Demikian pula hasil penelitian sebelumnya (Suryani dan Tamaroh, 2014) menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun pandan wangi mempunyai aktivitas antidiabetes yang tinggi. Dalam penelitian ini akan dikaji kemampuan hipokolesterolemik dari daun pandan wangi, hal ini karena pada penderita diabetes, efek peningkatan kadar gula darah juga mengakibatkan kondisi hiperkolesterolemik yang banyak menyebabkan timbulnya berbagai penyakit komplikasi. Oleh karena itu bagi penderita diabetes kondisi hiperkolesterolemia juga harus dikendalikan. Diabetes merupakan gangguan metabolisme kronis yang dicirikan oleh abnormalitas metabolisme karbohidrat, lipid dan lipoprotein yang menyebabkan tidak hanya peningkatan kondisi hiperglisemia tetapi juga menyebabkan berbagai komplikasi antara lain hiperlipidemik, hiperinsulinemia, hipertensi, dan aterosklerosis (DeFronzo, 1992). Data RISKESDAS 2013 menunjukkan bahwa prevalensi penyakit diabetes di Indonesia mencapai 2,1% sedangkan penyakit jantung mencapai 1,5% (Anonim, 2013).

Faktor nutrisi termasuk antioksidan mempunyai efek yang besar dalam penanganan penderita diabetes dan komplikasinya (Marks dan Raskin, 2000). Daun pandan wangi mengandung polifenol, tanin, alkaloid, saponin dan flavonoida (Aslan, 2010), berbagai senyawa tersebut diketahui mempunyai aktivitas hipoglisemik dan hipolipidemik. Oleh karena itu diduga komponen polifenol dalam daun pandan wangi mempunyai aktivitas hipolipidemik, sehingga mempunyai potensi untuk dikembangkan sebagai bahan penyusun makanan fungsional bagi penderita diabetes dengan kadar kolesterol tinggi.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan utama penelitian ini adalah daun pandan wangi ruas 2-6 yang diperoleh dari Daerah Bantul Yogyakarta. Bahan kimia yang digunakan etanol (teknis), methanol, reagen Folin-Ciocalteu, sodium karbonat, asam sulfat pekat, natrium hidroksida, TCA, asam lenoleat dan ammonium thiosinat dari Merck, aloksan (Sigma Aldrich, Germany), antioksidan sintetis BHT, vitamin E komersial, kit untuk analisis profil lipid dari Diasys GmbH (Holzheim, Germany) dan bahan kimia lain untuk analisis.

Alat yang digunakan adalah *rotary evaporator* (Buchii R215), *food processor* (merk Philips), spektrofotometer (UV Mini 1240 UV Vis merk Shimadzu), *microsyringe* (merk Finnpiptette, Finlandia), pH meter (merk Schott), neraca Sartorius, pH meter, neraca

sartorius, grinder (Erweka GmbH, D-63150 Heusenstamm/Germany, type GTB), pengering kabinet, dan alat-alat gelas untuk analisis kimia.

Cara Penelitian

1. Pembuatan ekstrak pandan.

Ekstraksi dilakukan dengan metode Suryani dan Setyowati (2008) yang dimodifikasi, bahan yang diekstraksi adalah daun segar. Daun pandan wangi dihancurkan dengan *foodprocessor*, ditambah dengan pelarut etanol (95%) dengan perbandingan 1 : 5 b/v, dan dimaserasi selama 36 jam. Filtrat yang diperoleh disaring dengan kertas whatman no 41 kemudian dievaporasi dengan rotary evaporator pada suhu 40°C sampai tidak ada yang menetes. Ekstrak etanol pandan wangi kemudian dianalisis kadar fenol dengan metode *Folin Ciocalteu* (Tsai dkk., 2005) dan kadar flavonoid (Zhishen dkk., 1999) serta daya tangkap radikal diukur dengan menggunakan metode Tsai dkk. (2006) sedangkan daya tangkap radikal (*Radical Scavenging Activity, RSA*) diukur setelah larutan disimpan dalam ruang gelap selama 30 menit (Ferreira dkk., 2007). Nilai RSA dihitung dengan rumus :

$$RSA \quad (\%) = \frac{(A_0 - A_t)}{A_0} \times 100 \quad \%$$

A₀ adalah absorbansi blanko yaitu absorbansi dari DPPH saja tanpa penambahan ekstrak, sedangkan A_t adalah absorbansi DPPH dengan penambahan ekstrak etanol daun pandan, vitamin E atau BHT.

Uji efek hipokolesterolemik ekstrak pandan

Ekstrak etanol yang diperoleh diuji aktivitas hipokolesterolemik secara *in vivo* dengan hewan coba (Marsono dkk., 2002). Komposisi pakan standar mengacu pada AIN 1993 (Reeves dkk., 1993) dan menggunakan tikus spargue dawley jantan 32 ekor umur 2 bulan yang dibeli dari Laboratorium UPHP UGM. Berat rata-rata tikus adalah 200 g. Setelah diadaptasi tiga hari dengan pakan standar, diambil sampel darahnya untuk analisis profil lipid serum darah normal. Kemudian 24 tikus diinduksi diabetes dengan injeksi aloksan sebanyak 80 mg/kg berat badan (Marsono dkk., 2002) pada hari ke 0. Pada hari ke 3 diambil sampel darahnya untuk analisis profil lipidnya dalam kondisi diabetes sebelum diberi perlakuan tertentu. Kemudian secara acak tikus dibagi dalam 3 kelompok masing-masing 8 ekor. Kelompok tikus tersebut masing-masing diberi diet standar saja sebagai kontrol diabetes, diet pakan standar + ekstrak pandan 5,62 mg/20 g diet atau setara vitamin E 50 mg/kg diet (Rimbach dan Pallauf, 1998), dan sebagai pembanding diberi diet pakan standar + vitamin E. Sedangkan tikus normal sisanya sebagai kelompok kontrol normal. Perlakuan tersebut dilakukan selama 4 minggu, setiap 2 minggu diambil sampel darahnya untuk dianalisis profil lipidnya. Analisis total kolesterol dengan metode enzimatis-fotometrik CHOD-PAP, HDL dan LDL kolesterol dengan metode enzimatis CHOD-PAP sedangkan trigliserida

ditentukan dengan metode enzimatis GPO-PAP menggunakan kit Diasys GmbH (Hplzhem, Germany).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik kimiawi dan daya tangkap radikal (RSA)

Kadar fenol ekstrak etanol daun pandan wangi adalah 64,40 ppm. Hasil tersebut mirip dengan hasil yang diperoleh Kardono dan Dewi (1998) yaitu sebesar 61,7 ppm. Sedangkan kadar flavonoid ekstrak etanol daun pandan wangi lebih rendah yaitu 0,68 ppm. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya diketahui bahwa komponen dalam ekstrak etanol daun pandan wangi meliputi alkaloid, flavonoid, terpenoid, fenolik dan saponin (Suryani dan Tamaroh, 2014). Keberadaan komponen-komponen senyawa tersebut diduga berperan dalam aktivitas antioksidatif.

Daya tangkap radikal DPPH yang disajikan dalam Tabel 1 menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun pandan wangi mempunyai kemampuan menangkap radikal yang lebih tinggi dibanding vitamin E komersial, namun masih lebih rendah dibanding BHT. Hasil RSA yang menunjukkan bahwa vitamin E mempunyai nilai RSA 24,15%, sedangkan ekstrak etanol 69,96% dan BHT 84,80%. Perbedaan kemampuan antioksidatif senyawa antioksidan terhadap radikal bebas DPPH disebabkan oleh perbedaan kemampuan mentransfer atom hidrogen (Nakiboglu dkk., 2007). Aktivitas menangkap radikal bebas juga dipengaruhi oleh polaritas medium pereaksi, struktur kimia dari penangkap radikal dan pH campuran reaksi (Sharma dan Bhat, 2009).

Tabel 1. Daya tangkap radikal ekstrak daun pandan wangi

Sampel	RSA (%)
BHT	84,80±1,02 c
Vitamin E	24,15±5,78 a
Ekstrak Etanol	69,96±2,99 b

Keterangan : Data yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada $P < 0.05$

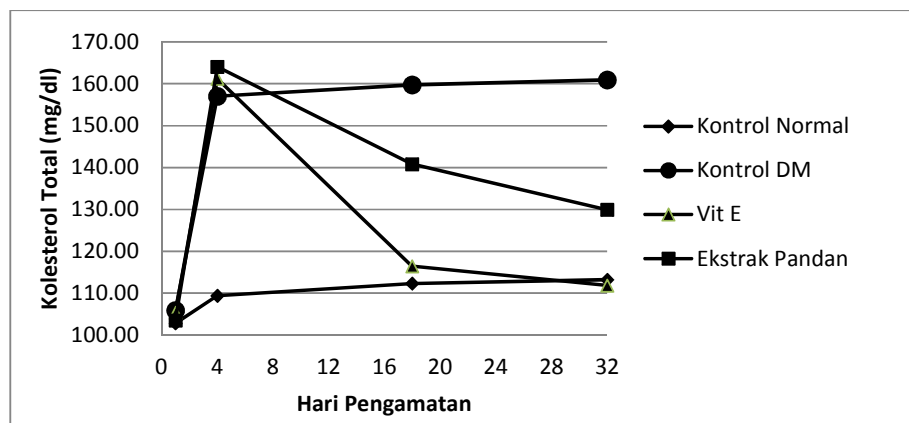
Ekstrak etanol daun pandan wangi mengandung fenol sehingga mampu berperan sebagai antioksidan. Kemampuan antioksidan disebabkan karena adanya gugus fenolik dalam struktur molekulnya. Reaksi senyawa fenolik dalam menghambat proses autooksidasi disebabkan senyawa fenolik berfungsi sebagai donor hidrogen terhadap radikal yang terbentuk (R^*) sehingga menghasilkan RH dan senyawa fenolik yang berubah menjadi radikal bebas dapat distabilkan oleh struktur aromatik yang dimiliki (Cuppet dkk., 1996). Aktivitas antioksidan fenolik sangat ditentukan oleh struktur kimia, jumlah dan posisi gugus hidroksil dan metil pada cincin. Jika molekul yang tersubstitusi gugus hidroksil makin banyak maka makin kuat kemampuan menangkap radikal bebas DPPH karena kemampuan mendonorkan hidrogen yang semakin besar (Yu Lin dkk., 2009).

Aktivitas Hipokolesterolemik

Kadar kolesterol total darah tikus

Hasil uji kadar kolesterol darah tikus disajikan pada Gambar 1. Selama masa adaptasi dengan pakan standar kadar kolesterol darah tikus dalam kondisi normal berkisar antara 105,57-113,44 mg/dl, namun setelah hari ke 3, kolesterol darah tikus mengalami kenaikan, kecuali pada kelompok tikus kontrol normal. Kenaikan tersebut berkaitan dengan kondisi diabetes yang terjadi pada tikus. Hal ini menunjukkan terjadinya hiperlipidemia sekunder, termasuk hiperkolesterolemia yang salah satunya disebabkan oleh diabetes mellitus (Noer, 1996).

Dengan adanya asupan tambahan vitamin E dan ekstrak etanol daun pandan secara signifikan dapat menurunkan kadar kolesterol darah tikus mulai pada hari ke 17. Setelah perlakuan selama 28 hari, asupan vitamin E komersial mampu menurunkan kolesterol hingga 30,63% sedangkan asupan ekstrak etanol daun pandan 20,82%. Menurut Chen, dkk. (2008) terdapat lima kemungkinan mekanisme komponen pangan dalam menurunkan kadar kolesterol yaitu penghambatan enzim *HMG-CoA reductase* yaitu enzim yang berperan penting dalam sintesis kolesterol, aktivasi reseptor LDL, penghambatan *acyl Co-A cholesterol acyltransferase* (ACAT) yang berperan dalam adsorpsi kolesterol, penghambatan penyerapan asam empedu, dan penghambatan *cholesteryl ester transport protein* (CETP) yang menyebabkan peningkatan LDL. CETP tidak terdapat dalam tikus (Hartoyo, dkk., 2011), sehingga mekanisme penurunan kolesterol oleh ekstrak etanol daun pandan pada tikus diabetes mungkin disebabkan oleh empat mekanisme yang lain. Sedangkan menurut Berrougui, dkk. (2003) penurunan kadar kolesterol tersebut terjadi karena komponen saponin dapat berikatan secara kimiawi dengan kolesterol sehingga tidak mudah untuk diadsorpsi oleh usus halus sehingga kadar kolesterol darah menurun. Sedangkan menurut Smolin and Grosvenor (2007) komponen fenol sebagai antioksidan dapat menghambat oksidasi LDL kolesterol sehingga dapat mencegah pembentukan endapan kolesterol pada dinding arteri dan keberadaan sterol dapat berikatan secara kimiawi dengan kolesterol sehingga tidak mudah diadsorpsi dalam usus halus. Penurunan kadar kolesterol tikus kelompok ekstrak pandan dan vitamin E juga selaras dengan penurunan kadar glukosa darahnya (Suryani dan Tamaroh 2014).

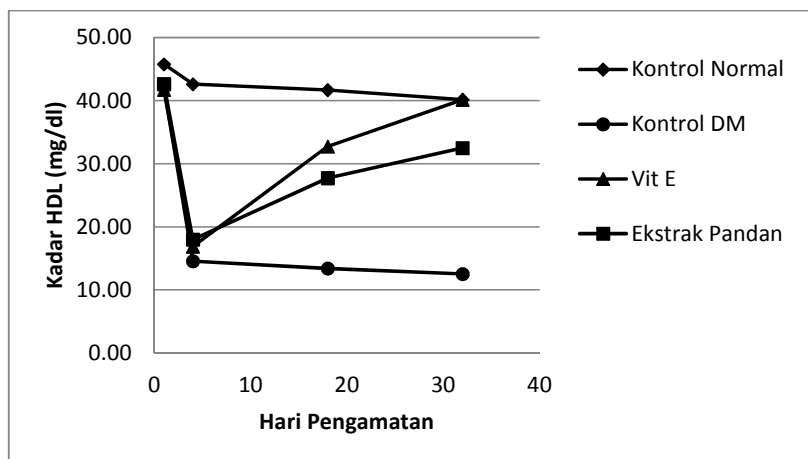


Gambar 1. Kadar kolesterol total darah tikus

Kadar HDL kolesterol darah tikus

HDL (*high density lipoprotein*) kolesterol serum dan (*low density lipoprotein*) kolesterol serum merupakan bagian dari total kolesterol serum. HDL mengangkut 22% dan LDL mengangkut 60% dari total kolesterol, sedangkan sisanya diangkut oleh VLDL (*very low density lipoprotein*) dan kilomikron (Kaplan dan Szabo, 1983). Kadar HDL kolesterol serum masing-masing kelompok dapat dilihat pada Gambar 2.

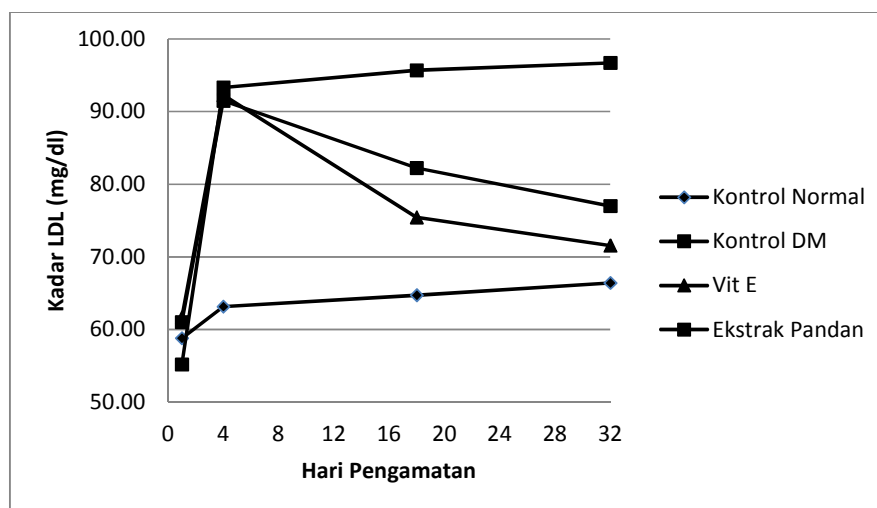
Data pada Gambar 2 menunjukkan bahwa kondisi diabetes selama 3 hari menyebabkan penurunan kadar HDL kolesterol serum darah tikus dibanding kadar kolesterol kelompok tikus normal. Pada hari ke 17 dan 31 terjadi peningkatan kembali kadar HDL kolesterol kecuali pada kelompok tikus kontrol diabetes yang tetap tidak naik. Kondisi tersebut mirip pada hasil penelitian Yang dan Koo (1997) yang menggunakan perlakuan teh yang dapat menurunkan indeks aterosgenik dan meningkatkan rasio HDL-Kolesterol total. Penurunan kolesterol total menunjukkan rendahnya indeks aterosgenik sedangkan naiknya HDL kolesterol menunjukkan efek antiaterosgenik (Glomset, 1968 dalam Yang dan Koo, 1997).



Gambar 2. Kadar HDL kolesterol darah tikus

Kadar LDL kolesterol darah tikus

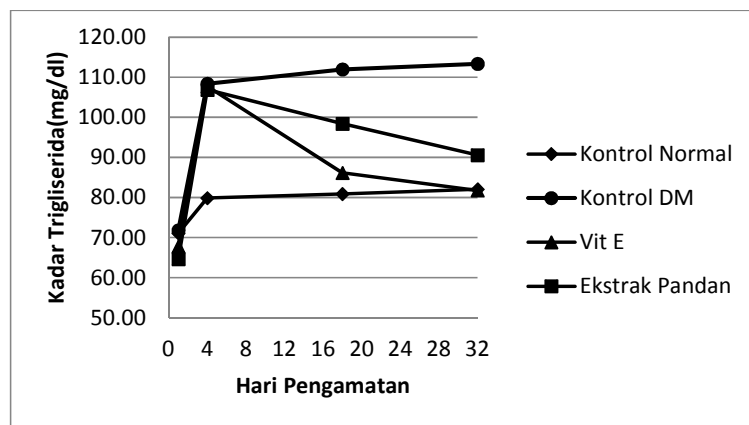
Pola penurunan kadar LDL kolesterol serum selama percobaan dapat dilihat pada Gambar 3, terlihat bahwa kadar kolesterol LDL mengalami kenaikan pada hari ke 3 dibandingkan pada kondisi normal hari ke 0. Hal tersebut terjadi akibat kondisi diabetes. Kondisi diabetes dapat menyebabkan kenaikan kadar LDL kolesterol, namun pada kelompok tikus ekstrak pandan dan vitamin E kembali mengalami penurunan mulai hari ke 17. Hal tersebut berkaitan dengan keberadaan senyawa fenol yang dapat berperan sebagai antioksidan sehingga keberadaan PUFA dapat dilindungi dan dapat berperan lebih baik dalam pengurangan jumlah LDL kolesterol dalam darah.



Gambar 3. Kadar LDL kolesterol darah tikus

Kadar Triglicerida darah tikus

Di dalam darah, trigliserida berada dalam bentuk terikat dengan apoprotein dalam VLDL (Harris, 1986). Trigliserida serum merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk melihat profil lipid dari tikus yang mengalami diabetes dan hiperkolesterolemia. Pola naik turunnya kadar trigliserida serum darah dapat dilihat pada Gambar 4. Pada Gambar 4 terlihat kadar trigliserida serum darah tikus mengalami kenaikan pada hari ke 3 jika dibandingkan pada kondisi normal hari ke 0. Kemudian mulai hari ke 3 setelah kondisi diabetes kadar trigliserida mengalami penurunan secara dratis. Hal tersebut terjadi karena untuk mencukupi kebutuhan energi dalam kondisi diabetes, salah satunya digunakan trigliserida. Dalam kondisi diabetes, glukosa darah tidak dapat diangkut ke hati karena sekresi insulin sangat kecil bahkan mungkin tidak ada. Akibatnya, trigliserida akan dipecah, salah satunya menjadi asam-asam lemak yang kemudian diubah menjadi asetil ko-A, yang kemudian masuk dalam siklus krebs, menghasilkan energi (Kaplan dan Szabo, 1983).



Gambar 4. Kadar trigliserida darah tikus

Kadar trigliserida serum darah tikus mulai mengalami penurunan mulai hari ke 3, namun mulai hari ke 17, penurunan kadar trigliserida darah tidak signifikan lagi. Bila dibandingkan dengan kadar glukosa serum darah tikus, kelompok vitamin E mengalami *recovery* yang paling baik dan kemudian disusul kelompok ekstrak etanol daun pandan wangi (Suryani dan Tamaroh, 2014). Hal ini menunjukkan bahwa perbaikan regulasi penggunaan glukosa sebagai sumber energi, akhirnya akan mengurangi penggunaan sumber cadangan energi seperti trigliserida sehingga mulai hari ke 17 kadar trigliserida relatif tetap.

Secara umum asupan ekstrak pandan wangi yang mengandung komponen fenol mampu menurunkan kadar kolesterol, trigliserida, dan LDL kolesterol serta mampu meningkatkan kadar HDL kolesterol darah tikus percobaan. Hal sesuai dengan hasil penelitian Khalili dkk. (2009) yang menggunakan ekstrak metanol dari *Hylocereus sp* yang juga mengandung fenol dan berperan sebagai antioksidan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh dapat diambil kesimpulan bahwa dapat disimpulkan bahwa ekstrak pandan mempunyai aktivitas hipokolesterolemik. Penambahan asupan ekstrak etanol pandan secara *force feeding* pada tikus diabetes dapat menurunkan total kolesterol tikus.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2013. Laporan Riset Kesehatan Dasar 2013. Kementrian Kesehatan RI.
- Azlan, W.M. ,2010. Extracts of the aerial roots from *Pandanus amaryllifolius*. Disertasi Universiti Teknologi Mara. Selangor. Malaysia.
- Berrougui, H., A. Ettaib, M.D., Herrera Gonzalez, M.Alvarez Sotomayor, N. Bennani-Kabchi, M. Hmamouchi. 2003. Hypolipidemic and Hypocholesterolemic effect of argan oli (*Argania spinosa* L.) in *Meriones shawi* rats. J. Ethno-Pharmacology. 89:15-18.

- Chen, Z., Jiao, R., Ma. KY., 2008. Cholesterol-lowering nutraceutical and functional foods. J. Agric Food Chem. 56:8761-8773.
- Cuppert, S., M. Schnepf and C. Hall, 1996. Natural Antioxidant: Are They a Reality. In Natural Antioxidants : Chemistry, Health Effects and Application. F. Shahidi (ed) AOAC Press. Illionis.
- DeFronzo, R.A., 1992. Pathogenesis of Type 2 (non-insulin dependent) diabetes mellitus : Balanced overview. Diabetologia 34:607-610.
- Ferreira, I, C, F, R., Paula Babtista, Miquel Vilas-Boas, and Lillian Barros, 2007. Free Radical Scavenging Capacity and Reducing Power of Wild Edible Mushrooms From Northeast Portugal. Food Chemistry. 100(2007): 1511-1516
- Hartoyo, A., Deddy Muchtadi, Made Astawan, Dahruisyah, dan Adi Winarto, 2011. Pengaruh Ekstrak Protein Kacang Komak (*Lablab purpureus* (L) Sweet) pada Kadar Glukosa dan Profil Lipid Serum Tikus Diabetes. J. Teknol. Industri Pangan. XXII (1): 58-63.
- Kaplan, A., and L.L. Szabo, 1983. Clinical Chemistry : Interpretation and Techniques. Published by Lippincott Williams and Wilkins.
- Kardono, L. B. S., dan Dewi, R.T. 1998. Evaluasi Kandungan Antioksidan dan Senyawa Fenolik Dalam Rempah-Rempah Endemik Indonesia. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pangan dan Gizi. PATPI. Yogyakarta. p: 341-347.
- Khalii, M.A., Norhayati, A.H., Rokiah, M.Y, Asmah, R., Siti Muskinah, M., and Abdul Manaf, A., 2009. Hypocholesterolemic effect of red pitaya (*Hylocereus* sp.) on hypercholesterolemia induced rats. International Food Research Journal. 16:431-440.
- Kumari, S. M., Wanjari, P., Kumar dan Palani, S. 2012. Antidabetic activity of *Pandanus fascicularis* Lamk arerial roots in alloxan-induced hyperglycemic rats. International Journal of Nutrition, Pharmacology, Neurological Diseases. May-August (2) Issue 2: 105-110.
- Marsono, Y., R. Safitri, Zuhied-Noor, 2005. Antioksidan Dalam Kacang-Kacangan : Aktivitas dan potensi serta Kemampuannya menginduksi Pertahanan Antioksidan pada Model Hewan Percobaan. Laporan Komprehensif Hasil Penelitian Hibah Bersaing XII.
- Marks, JB, and Raskin P., 2000. Cardiovascular risk in diabetes: a brief review. J Diabetes Complications. 14:108–115
- Nakiboglu, M., R.O. Urek, H.A. Kayali, and L. Tarhan, 2007. Antioxidant Capacities of Endemic *Sideritis sipylea* and *Origanum sipyleum* from Turkey. Food Chemistry 104:530-635.
- Noer-Syaifoellah, 1986. Buku Ajar Penyakit Dalam. Jilid I, Ed 3. Penerbit UI. Jakarta.
- Reeves, P.G., Forrest H. Nielsen dan George C. Fahey, 1993. AIN-93 Purified Diets for Laboratory Rodents: Final Report of The American Institute of Nutrition Ad Hoc Writing Committee on The Reformulation of The AIN-76A Rodent Diet. American Institute of Nutrition.

- Rimbach G., and J. Pallauf, 1998. Phytic Acid Inhibits Free Radical Formation In Vitro But Does Not Affect Liver Oxidant or Antioxidant tatus in Growing Rats. The Journal of Nutrition. www.jn.nutrition.org. August 27,2014
- Sasidharan, Sumathi, V., Jegathambigai, N.R., dan Latha, L.Y. (2011). Antihyperglycaemic effect of ethanol extract *Carica Papaya* and *Pandanus amaryofollius* leaf in streptozocin induced diabetic mice. *Natural Product Research* **25**(20): 1982-1987.
- Sharma, O.P. and T.K. Bhat., 2009. Analytical Methods DPPH Antioxidant Assay Revisited. *Food Chemistry* **113** :1202-1205.
- Smolin, L. A. and Mary B Grosvenor, 2007. *Nutrition : Science and Applications*. John Wiley and Sons. Inc.
- Suryani, Ch. L., dan Astuti Setyowati, 2008. *Ekstrak Rempah-Rempah : Potensi Hipoglisemik dan Pengembangannya Sebagai Minuman Fungsional*. Laporan Hibah Pekerti Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat. Universitas Mercu Buana Yogyakarta.
- Suryani, Ch, L., dan Siti Tamaroh, 2014. Aktivitas Hipoglikemik dan Karakteristik Kimiawi Ekstrak Etanol Daun Pandan Wangi. Prosiding Seminar Nasional Peran Zat Gizi Sebagai Regulator Gen dan Kesehatan. UPN Veteran Jawa Timur.
- Tsai, T.H, P.J. Tsai dan S.C. Ho, 2005. Antioxidant and Anti-inflammatory Activities of Several Commonly Used Spices. *J. Food Sci.* **70**: (1) C93-C97.
- Tsai, S.Y., Huang, S.J., and Mau, J.L. 2006. Antioxidant Properties of Hot Water Extract from *Agrocybe cylindracea*. *Food Chemistry* **98**(2006): 670-677.
- Yang, TTC and M.W. L. Koo, 1997. Hypocholesterolemic Effects of Chinese Tea. *Pharmacological Research*, Vol. **35** (6): 505-512.
- Yu Lin, H., Y.H. Kuo, Y.L. Lin, Y.L. and W. Chiang, 2009. Antioxidative Effect and Active Component from Leaves of Lotus (*Nelumbo nucifera*). *J. of Agricultural and Food Chemistry* **57**: 6623-6629
- Zhishen J, Mengcheng T, Jianming W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chem* **1999**; **64**: 555–9.

T4-MG 44

PENGARUH VARIETAS SINGKONG TERHADAP KARAKTERISTIK SENSORIS GAPLEK SERUT: STUDI PENGEMBANGAN PANGAN NON-BERAS

Effect of Cassava Varieties on Sensory Properties of Dried Planed-Cassava: Development Study on Non-Rice Staple Food

Krishna Purnawan Candra*, Tri Ayu Rosfa, Sukmiyati Agustin
Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Mulawarman
Jl. Pasir Balengkong Kampus Gunung Kelua, Samarinda 75119, INDONESIA

*Email: kpcandra@gmail.com

ABSTRACT

Postharvest technology of Cassava (*Manihotesculenta* Crantz) in Indonesia developed continually to ensure cassava becomes alternative staple food that has equivalent properties to rice in terms of product handling and consumer acceptance. Dried planed-cassava produced by grating cassava longitudinally using perforated grater has such physical properties. In this report, sensory properties of cooked dried planed-cassava from different varieties of local cassava (Buton, Pacar, Gajah, and Yellow) are determined. The experiment arranged in completely randomized design and each level of treatment repeated for three times. Hedonic and hedonic quality for taste, texture, color, and aroma evaluated. Data were analyzed using non-parametric statistics (Kruskal-Wallis test) and followed by multiple comparison test at α of 1%. Cassava varieties affected significantly on all hedonic sensory properties and one of hedonic quality sensory properties (color). Cooked of dried planed-cassava preserved from Pacar variety has the best hedonic properties (preferably) among the four cassava varieties observed with the sensory score of 2.46 (from score between 1-5 for very like, like, rather like, dislike, and very dislike).

Keywords: manihot esculenta, dried-cassava, non-rice food.

ABSTRAK

Di Indonesia, pengembangan teknologi pasca panen singkong (*Manihotesculenta* Crantz) terus dilakukan untuk dapat mensejajarkan singkong sebagai pangan sumber karbohidrat yang mempunyai sifat setara dengan beras, baik dari segi penanganan produk maupun penerimaan konsumen. Gaplek serut yang dihasilkan dari memotong singkong secara membujur menggunakan alat parut berlubang mempunyai sifat tersebut. Laporan ini membahas tentang pengaruh varietas dari singkong lokal (Buton, Pacar, Gajah, dan Kuning) terhadap karakteristik sensoris gaplek serut yang dihasilkan. Penelitian ini dilakukan dalam rancangan acak lengkap dengan ulangan sebanyak 3 kali. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan statistik non-parametrik (Kruskal-Wallis test) dilanjutkan dengan uji perbandingan berganda pada α 0.01. Digunakan 20 panelis untuk mengevaluasi karakteristik hedonik dan mutu hedonik dari gaplek serut kukus yang diamati, meliputi rasa, tekstur, warna, dan aroma. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa varietas singkong lokal memberikan pengaruh nyata terhadap semua karakteristik hedonik dan satu karakteristik mutu hedonik gaplek serut kukus, yaitu warna. Singkong Pacar merupakan jenis singkong yang mempunyai karakteristik hedonik paling baik (lebih disukai) diantara keempat jenis singkong yang dicoba dengan skor 2,46 (dari skala 1-5 mewakili sangat suka, suka, agak suka, agak tidak suka, dan tidak suka).

Kata kunci: singkong, gaplek, pangan non-beras.

PENDAHULUAN

Singkong (*Manihot esculenta* Crantz) berasal dari Brazil dan Paraguay. Tanda-tanda historisbudidayanya dapat ditemukan sebagai peninggalan bangsa Indian Maya di Amerika Tengah (El-Savador). Saat ini singkong menjadi pangan pokok sumber karbohidrat terutama di Afrika Barat yang dikonsumsi dalam bentuk gari, tepung kasar hasil fermentasi singkong parut yang merupakan bahan siap masak layaknya beras atau digunakan sebagai bahan baku pangan olahan rendah gluten (Falade & Akingbala, 2010; Kostinek et al., 2005; Owuamanam, Ogueke, Achinewhu, & Barimalaa, 2011). Walaupun di Indonesia singkong merupakan pangan penting setelah beras, jagung dan kedelai, tetapi umbi tanaman ini kebanyakan masih diperdagangkan dalam bentuk singkong segar atau dalam bentuk singkong kering / gaplek (Damardjati, Widowati, & Dimiyati, 1992), kebanyakan juga digunakan sebagai pakan (Soeharsono, Supriadi, & Winarti, 2005; Suardi, 2002; Sulaeman, 2001). Teknologi pascapanen singkong terus dikembangkan untuk mendukung usaha-usaha diversifikasi pangan sumber karbohidrat di Indonesia, akan tetapi sampai saat ini belum ditemukan solusi yang pas untuk mensejajarkan singkong sebagai alternatif beras.

Oyek adalah sebutan untuk “beras” yang dibuat dari singkong di beberapa daerah seperti Jawa Timur, Jawa Tengah, sebagian Sumatera Selatan dan Lampung (Anwar, 2004), sedangkan di Bangka-Belitung dikenal sebagai beras aruk (Moenek, 2014). Pembuatan oyek / beras aruk ini hampir sama dengan gari, kecuali dibuat tanpa perlakuan fermentasi. Perlakuan fermentasi yang fungsinya disamping untuk mendapatkan aroma dan rasa khas gari juga untuk menghilangkan kandungan asam sianida, diganti dengan cara merendam singkong dalam air (Moenek, 2014; Okafor, Umeh, & Ibenegbu, 1998).

Singkong serut adalah salah satu cara penyajian singkong siap saji, tetapi belum dikembangkan sebagai teknologi pasca panen singkong untuk memproduksi sumber pangan layaknya beras. Laporan ini mendeskripsikan tentang aplikasi pembuatan pangan pokok berbasis singkong (layaknya “beras”) dengan penyerutan dari empat varietas singkong. Varietas singkong diyakini akan mempengaruhi sifat sensoris dari singkong serut yang dihasilkan. Hasil penelitian digunakan untuk menentukan varietas singkong yang tepat untuk digunakan sebagai bahan baku singkong serut kering (gaplek serut)

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Umbi singkong sehat, bersih dan bebas dari penyakit yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari singkong yang berumur 6 bulan. Empat varietas singkong, Singkong Pacar, Singkong Kuning, Singkong Buton, dan Singkong Gajah, diperoleh dari petani di sekitar kota Samarinda. Alat serut yang digunakan adalah papan serut stainless steel dengan mata serut per cm². Mata serut berdiameter mm dengan tinggi maksimal bagian tengah ... mm. Oven digunakan untuk mengeringkan singkong serut.

Rancangan percobaan dan analisis data

Penelitian faktor tunggal dengan empat perlakuan (varietas singkong: Pacar, Buton, Kuning, dan Gajah) dilakukan dalam rancangan acak lengkap yang masing-masing perlakuannya diulang sebanyak tiga kali. Parameter yang diamati adalah sifat sensoris hedonik dan mutu hedonik dari gaplek serut siap saji, meliputi rasa, tekstur, warna, dan aroma menggunakan 20 orang panelis sehingga diperoleh 60 data untuk tiap atribut sifat sensoris tersebut (Soekarto, 1985). Data dianalisis dengan statistika non-parameterik (uji Kruskal-Wallis) dilanjutkan dengan uji perbandingan berganda untuk perlakuan yang memberikan pengaruh nyata.

Prosedur Percobaan

Singkong dikupas kulitnya dan dicuci dari kotoran (tanah) yang masih menempel, kemudian dipotong menjadi beberapa bagian dan diserut. Singkong serut segar direndam dalam air (3 L per kg singkong) yang mengandung 1% (w/v) natrium metabisulfid (NaHS_2O_5) selama 3 jam, kemudian ditiriskan dan dioven pada suhu 70°C selama 6 jam. Singkong serut siap saji diperoleh dengan melakukan pengukusan terhadap singkong serut kering untuk selanjutnya diuji sifat sensorisnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Respon sifat sensoris (hedonik dan mutu hedonik) dari panelis terhadap singkong serut siap saji dari empat jenis singkong disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Skala nilai hedonik gaplek serut yang dihasilkan dari empat varietas singkong.

Jenis Singkong	Nilai Hedonik ¹⁾				Nilai Mutu Hedonik ²⁾			
	Rasa	Tekstur	Warna	Aroma	Rasa	Tekstur	Warna	Aroma
Buton	2,65 ^b	2,82	2,30 ^a	2,92 ^c	2,80	1,20	2,25 ^a	2,50
Pacar	2,42 ^a	2,65	2,37 ^a	2,38 ^a	2,60	1,23	2,50 ^a	2,60
Gajah	2,63 ^b	2,72	2,28 ^a	2,57 ^{ab}	2,60	1,42	2,90 ^b	2,40
Kuning	3,20 ^c	3,07	3,07 ^b	2,97 ^b	2,80	1,33	4,10 ^c	2,60

Nilai hedonik/mutu hedonik merupakan nilai rata-rata dari 60 data. Data dalam kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ($\alpha=0,05$).

- 1) Skala sifat sensoris hedonik 1-5 (sangat suka – tidak suka), nilai diperoleh dari rerata 60 data.
- 2) Skala sifat sensoris mutu hedonik 1-5 (rasa: sangat manis – sangat tidak manis; tekstur: sangat lunak – sangat keras; warna: sangat putih – sangat kuning; aroma: sangat beraroma singkong – sangat tidak beraroma singkong)

Secara umum Singkong Pacar menunjukkan preferensi singkong serut siap saji yang paling diminati. Bila dihubungkan dengan pola komposisi kimia (kandungan gizi) keempat jenis singkong tersebut, kandungan protein mungkin mempunyai andil yang signifikan terhadap preferensi singkong serut siap saji. Singkong Pacar mempunyai kandungan protein sebesar 0,84%, nilai ini merupakan nilai yang paling rendah dibanding dengan kandungan

protein Singkong Buton, Gajah, dan Kuning masing-masing 1,14%, 2,71%, dan 1,02% (Ariansyah, 2014; Sikin, 2010)

KESIMPULAN

Singkong serut siap saji dari Singkong Pacar mempunyai preferensi yang paling tinggi dibanding dengan singkong jenis lain (Singkong Buton, Singkong Gajah, dan Singkong Kuning), dengan sifat sensoris berkisar antara suka dan agak suka untuk rasa, tekstur, warna, dan aroma.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, F. 2004. Beras-Singkong Semi-Instan. *Harian Kompas*, p. 10. Jakarta. Retrieved from <http://www.kompas.co.id/kompas-cetak/0402/02/humaniora/832665.htm>
- Ariansyah. 2014. Studi Sifat Kimia Singkong (*Manihot esculenta*) Varietas Gajah dan Sifat Fisik Patinya. Universitas Mulawarman.
- Damardjati, D.S., Widowati, S., Dimyati, A. 1992. Present status of cassava processing and utilization in Indonesia. In R. H. Howler (Ed.), *Cassava Breeding, Agronomy and Utilization Research in Asia. Proceeding of the Third Regional Workshop*. (pp. 298–314). 22-27 Oct 1990, Malang, Indonesia: Centro International de Agricultura Tropical (CIAT), Regional Cassava Program for Asia.
- Falade, K.O., Akingbala, J.O. 2010. Utilization of Cassava for Food. *Food Reviews International*. doi:10.1080/87559129.2010.518296
- Kostinek, M., Specht, I., Edward, V.A, Schillinger, U., Hertel, C., Holzapfel, W.H., Franz, C.M.A.P. 2005. Diversity and technological properties of predominant lactic acid bacteria from fermented cassava used for the preparation of Gari, a traditional African food. *Systematic and Applied Microbiology*, 28(6), 527–40. doi:10.1016/j.syapm.2005.03.001
- Moenek, A. 2014. Beras Aruk. *Cyber Extension - Kementerian Pertanian - Pusat Penyuluhan Pertanian, Badan Penyuluhan dan Pengembangan SDM Pertanian*. Retrieved September 26, 2015, from <http://cybex.pertanian.go.id/materipenyuluhan/detail/9147/beras-aruk>
- Okafor, N., Umeh, C., Ibenegbu, C. 1998. Amelioration of garri, a cassava-based fermented food by the inoculation of microorganisms secreting amylase, lysine and linamarase into cassava mash. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 14, 835–838.
- Owuamanam, C.I., Ogueke, C.C., Achinewhu, S.C., Barimalaa, I.S. 2011. Quality Characteristics of Gari as Affected by Preferment Liquor, Temperature and Duration of Fermentation. *American Journal of Food Technology*.
- Sikin, A.H. 2010. Studi Sifat Fisik dan Kimia Jenis Singkong (*Manihot esculenta*) Serta Sifat Sensoris dari Keripik yang Dihasilkan: Studi Kasus Pengrajin Keripik Singkong Di Samarinda. Universitas Mulawarman.
- Soeharsono, Supriadi, Winarti, E. 2005. Pengaruh Pemberian Tepung Gaplek - Urea Yang Dikukus Terhadap Konsumsi Dan Pencernaan Protein Serta Neraca Nitrogen Pada

Domba (The Effect of Cassava Meal-Steamed Urea on Crude Protein Intake , Digestibility and Nitrogen Balance for Sheep). In Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner (pp. 400–404). Bogor, 12-13 September 2005: Puslitbang Peternakan.

Soekarto, S.T. 1985. Penilaian Organoleptik untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian. Jakarta: Bhratara Karya Aksara.

Suardi, K. 2002. Sifat Kimia dan Kandungan Energi Metabolis Ransum Broiler Berbahan Baku Gaplek Yang Mendapat Perlakuan Cairan Rumen. Bogor Agricultural University.

Sulaeman, A. 2001. Kualitas Telur Itik Lokal Yang Diberi Ransum Mengandung Silase Ikan-Gaplek Dengan Persentase Yang Berbeda. Bogor Agricultural University.

T4-MG 45**PEMANFAATAN BAYAM SEBAGAI SUMBER ZAT BESI ALAMI DALAM PEMBUATAN BOLU KUKUS***The Utilization of Spinach as a Source of Natural Iron in Making Steamed Sponge Cake*Febriana Muchtar^a, Hastian^b^{a,b}Prodi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian,
Universitas Sulawesi Tenggara
Jl. Kapten Piere Tendean No. 109 A, Kendari, Indonesia

Email: febrianamuchtar@yahoo.com

ABSTRACT

Spinach is one of natural vegetable sources of iron. The use of spinach on steamed sponge cake is expected to increase their on content of the steamed sponge cake. This study aimed to find out the effect of adding spinach on steamed sponge cake to the value of iron and to find out the exact concentration in making spinach steamed sponge cake. This research was conducted by using experimental method. The treatment applied was adding spinach with various concentrations containing of 5 levels of treatment that was without adding spinach (A0), 5% (A1), 10% (A2), 15% (A3), and 20% (A4). The parameters of research consist of chemical parameter that is iron content and organoleptic parameter of steamed sponge cake that is the color, flavor, texture and taste, organoleptic test used hedonic method. The data was processed by using non-factorial variant. The result of variant analysis that has significant impact was further tested. The result of the research shows that adding spinach on steamed sponge cake has significant impact to the level of iron and as well organoleptic parameter of steamed sponge cake. The best treatment based on the analysis result was obtained from adding spinach 5% (A1) with the iron content was 2.62 mg/100 g and based on panelists' assessment of color 4.52 (like it), flavor 4.5 (like it very much), texture 4.5 (like it very much), and taste 4.45 (like it).

Keywords : Spinach, Iron, steamed, sponge cake

ABSTRAK

Bayam merupakan salah satu jenis sayuran sumber zat besi alami. Pemanfaatan bayam pada bolu kukus diharapkan dapat meningkatkan kandungan zat besi bolu kukus. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan bayam terhadap kandungan zat besi bolu kukus dan mengetahui konsentrasi bayam yang tepat dalam pembuatan bolu kukus bayam. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen. Perlakuan yang diterapkan adalah penambahan bayam dengan berbagai konsentrasi, yang terdiri dari 5 tingkat perlakuan yaitu tanpa penambahan bayam (A0), 5% (A1), 10% (A2), 15% (A3) dan 20% (A4). Parameter penelitian terdiri dari parameter kimia yaitu kadar zat besi dan parameter organoleptik bolu kukus yaitu warna, aroma, tekstur dan rasa. Pengolahan data menggunakan varians (sidik Ragam) nonfaktorial. Hasil analisis ragam yang berpengaruh nyata dilakukan uji lanjut BNJ. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan bayam berpengaruh sangat nyata terhadap kadar zat besi dan sifat organoleptik bolu kukus. Perlakuan terbaik berdasarkan hasil analisis diperoleh pada perlakuan penambahan bayam 5% (A1) dengan kadar zat besi 2.62 mg/100 g dan berdasarkan penilaian panelis warna 4.52 (suka), aroma 4.5 (sangat suka), tekstur 4.5 (sangat suka) dan rasa 4.45 (suka).

Kata Kunci : Bayam, Zat Besi dan Bolu Kukus

PENDAHULUAN

Bayam merupakan salah satu jenis sayuran yang dikonsumsi daunnya, sebagai sayuran bayam merupakan salah satu sumber zat besi alami. Zat besi (Fe) merupakan salah satu mineral mikro penting yang sangat berperan dalam pembentukan hemoglobin yaitu zat merah yang memberi warna pada darah. Kekurangan zat besi dalam tubuh Kekurangan zat besi dalam tubuh dapat menyebabkan penyakit anemia, menurunnya tingkat kekebalan tubuh, berkurangnya daya konsentrasi dan daya ingat, berkurangnya nafsu makan serta menurunnya kebugaran tubuh. Menurut Oktabriawatie (2012) bahwa zat besi merupakan salah satu mineral yang penting bagi tubuh. Distribusi oksigen, kekebalan tubuh dan pembentukan sel darah merah sangat didukung oleh mineral ini.

Konsumsi bayam sebagai sumber zat besi dapat dilakukan dengan cara mengkonsumsinya dalam bentuk sayuran ataupun dengan cara penambahan bayam pada produk-produk pangan. Dengan penambahan bayam pada produk pangan diharapkan produk pangan yang dihasilkan memiliki ketersediaan zat besi yang cukup.

Penambahan bayam sebagai sumber zat besi dapat dilakukan pada berbagai produk pangan. Penelitian yang dilakukan oleh Kuswardhani dkk (2010) dengan menambahkan berbagai konsentrasi bayam yaitu sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%, menunjukkan bahwa cookies yang difortifikasi dengan bayam sebagai sumber Fe organik mengalami peningkatan kadar Fe. Berdasarkan penelitian tersebut maka penambahan bayam sebagai sumber zat besi dapat pula diaplikasikan pada produk-produk pangan lainnya. Salah satunya adalah bolu kukus.

Bolu kukus merupakan salah satu jenis cake yang dikukus dan terbuat dari campuran tepung terigu, telur, gula, emulsifier dan air dengan penambahan aroma dan pewarna yang diinginkan serta mempunyai kekhasan yaitu bagian atasnya merekah menjadi bagian-bagian seperti bunga (Nisviaty, 2006). Ciri khas bolu kukus seperti yang sudah dikenal selama ini menggunakan paper cup, berbentuk mangkuk dengan permukaan yang merekah dalam warna putih semburat warna lain di atasnya (Erwin, 2004).

Penambahan bayam pada pembuatan bolu kukus, selain dapat meningkatkan nilai gizi bolu kukus, juga dapat berfungsi sebagai pewarna alami. Syakur (2012) menyatakan bahwa bayam yang dalam nama ilmiahnya adalah *Amaranthus*, merupakan tanaman sayuran yang banyak dikonsumsi daunnya. Daun yang berwarna hijau segar ini membuat sayuran ini sangat baik untuk kesehatan. Zat hijau daun yang terdapat pada bayam bisa digunakan untuk berbagai campuran makanan. Seperti pewarna alami untuk jus, nugget sayuran, minuman dan masih banyak lagi.

Berdasarkan hal yang telah diuraikan maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian pembuatan bolu kukus dengan penambahan bayam, dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan bayam terhadap kandungan zat besi pada bolu kukus dan mengetahui konsentrasi bayam yang tepat dalam menyediakan zat besi pada bolu kukus.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di laboratorium pangan Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sulawesi Tenggara. Analisa laboratorium terhadap parameter kimia (kadar zat besi) dilakukan di UPTD Laboratorium Dasar Universitas Halu Oleo dan parameter organoleptik bolu kukus dilakukan di Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sulawesi Tenggara di Kendari.

Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah tepung terigu dengan kandungan protein sedang yaitu merk Segitiga Biru dan bayam segar yaitu jenis bayam itik (*Amaranthus blitum*). Bayam diperoleh dari petani bayam yang menjual di pasar Baruga. Bahan-bahan pendukung yang digunakan adalah telur ayam, cake emulsifier (SP), gula pasir dan air. Adapun bahan untuk analisa kimia adalah aquades, HCL pekat, larutan dipiridil 0,1%, larutan ortofenantrolin 0,1%, larutan buffer asetat, hidroksilamin hidroklorida ($\text{NH}_2\text{OH.HCl}$) 10%.

Peralatan yang digunakan adalah timbangan makanan, baskom, gelas takar, kukusan, pengaduk, mixer, blender, pisau, cetakan bolu kukus, kertas kemasan (cup cake), dan kompor.

METODE PENELITIAN DAN ANALISA DATA

1. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode percobaan (Experimental Method). Perlakuan yang diterapkan dalam penelitian ini penambahan bayam dengan berbagai konsentrasi, yaitu : (A0) Tanpa penambahan bayam, (A1) 5%, (A2) 10%, (A3) 15%, (A4) 20%.

2. Analisa Data

Data hasil analisis laboratorium dianalisis dengan menggunakan varians (sidik Ragam) nonfaktorial. Hasil analisis ragam yang berpengaruh nyata dilakukan uji lanjut (Hanafiah, 2005).

Pelaksanaan Percobaan

Penelitian dimulai dengan menyusun formula dasar bolu kukus dengan mengadopsi penelitian Atmojo (2007). Formula dasar terdiri atas tepung terigu (200 gram), gula pasir (200 gram), air (200 gram), telur ayam 65gram, SP (5 gram). Total bobot formula dasar adalah 670 gram. Selanjutnya ke dalam formula dasar ditambahkan bayam sesuai konsentrasi perlakuan berdasarkan bobot formula dasar.

Tahap pembuatan bolu kukus selanjutnya akan dimodifikasi berdasarkan kebutuhan penelitian. Tahap pembuatan bolu kukus dengan penambahan bayam adalah sebagai berikut :

1. Persiapan bayam. Bayam segar dicuci kemudian ditiriskan dan diblanching selama ± 5 menit dalam air mendidih. Selanjutnya bayam ditiriskan, lalu dihancurkan dengan alat food extractor. Bayam yang sudah halus kemudian ditimbang berdasarkan konsentrasi perlakuan penelitian.
2. Pengadukan gula pasir dan telur ayam hingga berbusa, kemudian masukkan SP, kocok hingga putih kental.
3. Masukkan air dan tepung terigu secara bertahap, sambil terus dikocok dengan kecepatan rendah. Masukkan secara bergantian hingga habis dan adonan tercampur rata.
4. Campurkan adonan dengan bayam yang sudah dihancurkan sesuai konsentrasi perlakuan dan aduk rata.
5. Masukkan ke dalam cetakan bolu kukus beralas kertas hingga hampir penuh.
6. Kukus dalam dandang panas selama 15 menit. Angkat, segera keluarkan dari loyang dan susun di atas serbet bersih. Dinginkan.
7. Analisa sesuai parameter penelitian.

Parameter Penelitian

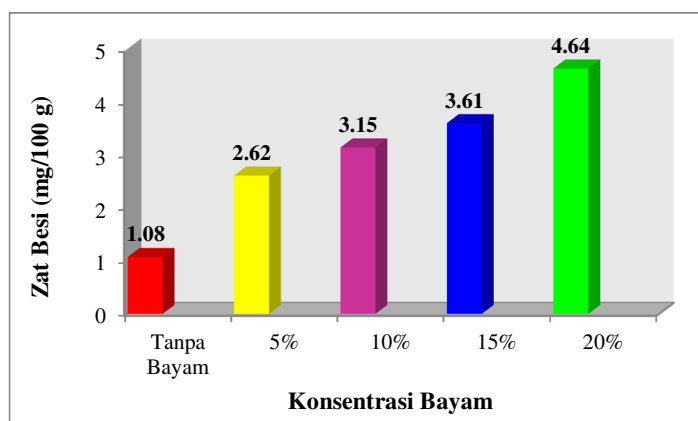
Parameter penelitian berupa parameter kimia yaitu kadar zat besi dan parameter organoleptik terhadap warna, aroma, tekstur dan rasa bolu kukus.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter Kimia

1. Kadar Zat Besi (Fe)

Hasil analisis kadar zat besi (Fe) bolu kukus dengan penambahan bayam seperti yang terlihat pada grafik berikut ini :



Gambar 1. Pengaruh Konsentrasi Bayam Terhadap Kadar Zat Besi (Fe) Bolu Kukus

Gambar 1 menunjukkan bahwa kadar zat besi bolu kukus tertinggi adalah 4.64 mg/100 g pada perlakuan konsentrasi bayam 20% (A4) dan kadar zat besi terendah adalah 1.08 mg/100 g pada perlakuan tanpa penambahan bayam (A0). Nampak bahwa semakin banyak konsentrasi bayam yang ditambahkan maka semakin tinggi kadar zat besi bolu kukus. Hal ini disebabkan karena bayam merupakan salah satu sayuran sumber zat besi yang sangat baik, sehingga penambahan bayam dengan konsentrasi yang semakin banyak mempengaruhi kadar zat besi bolu kukus. Nampak bahwa penambahan bayam sebanyak 5% menghasilkan bolu kukus dengan kandungan zat besi (Fe) yang memenuhi asupan zat besi harian.

Menurut Smolin (2002) dalam Fatimah (2009), sayuran berhijau daun seperti bayam adalah sumber besi non-heme. Bayam yang telah dimasak mengandung zat besi sebanyak 6.2 mg/100 g. Bayam mempunyai kandungan Fe yang tinggi, yaitu 3.9 mg/100 g. Selanjutnya menurut Irawan (2008) bahwa zat besi (Fe) merupakan jenis mineral mikro esensial yang mempunyai fungsi penting di dalam tubuh. Dibutuhkan dengan jumlah konsumsi sekitar 1.5 – 2.2 mg per harinya.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan bayam berpengaruh sangat nyata terhadap kadar zat besi bolu kukus. Demikian pula hasil uji lanjut BNJ menunjukkan kadar zat besi berbeda nyata untuk setiap konsentrasi bayam yang ditambahkan. Hal ini berarti bahwa kadar zat besi bolu kukus yang dihasilkan cenderung meningkat dengan peningkatan konsentrasi bayam yang ditambahkan.

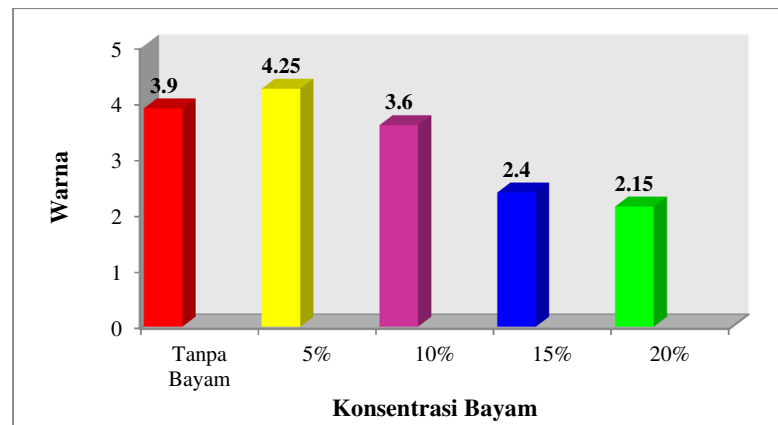
Peningkatan kadar zat besi pada bolu kukus disebabkan karena adanya penambahan bayam. Bayam merupakan salah satu jenis sayuran daun sumber zat besi. Bayam merupakan jenis sayuran dengan kandungan besi yang melimpah dan sangat bermanfaat dalam mengatasi anemia. Selain itu bayam juga mengandung vitamin C (Jussawala, 2007). Selanjutnya menurut Linder (2006), bahwa kandungan daun bayam merupakan rangkaian komposisi yang saling mendukung, misalnya kandungan zat besi yang terkandung di dalam daun bayam, jika dikonsumsi akan mudah diserap dengan adanya kandungan vitamin C dan protein.

Parameter Organoleptik

1. Warna

Warna merupakan atribut sensori pertama yang dapat langsung diamati panelis dan memegang peranan penting dalam penampilan makanan. Suatu bahan makanan yang dinilai bergizi tinggi, enak, dan teksturnya sangat baik tidak akan dimakan apabila memiliki warna yang tidak sedap dipandang.

Hasil pengujian organoleptik terhadap warna bolu kukus seperti yang terlihat pada grafik berikut ini :



Gambar 2. Pengaruh Konsentrasi Bayam Terhadap Warna Bolu Kukus.

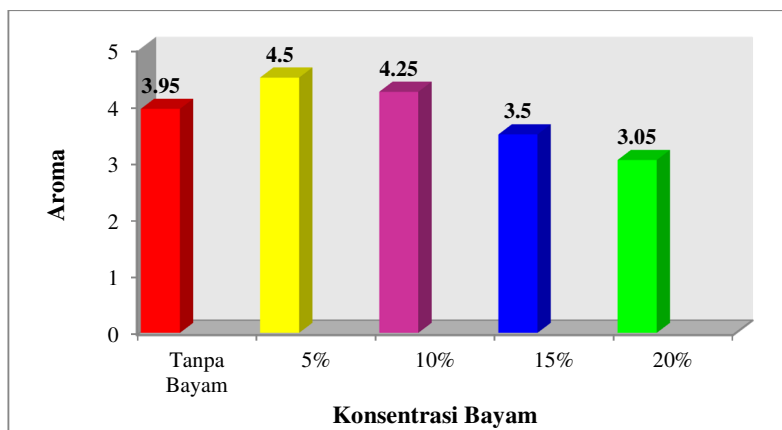
Gambar 2 menunjukkan nilai rata-rata hasil penilaian panelis terhadap warna bolu kukus adalah 2.15 (tidak suka) pada perlakuan penambahan bayam 20% (A4) hingga 4.25 (suka) pada perlakuan penambahan bayam 5%. Penilaian panelis terendah 2.15 pada perlakuan penambahan bayam 20% (A4) dan tertinggi 4.25 pada perlakuan penambahan bayam 5% (A1). Berdasarkan hal ini berarti bahwa warna bolu kukus dengan penambahan bayam 5% paling disukai panelis.

Hasil analisis sidik ragam bahwa penambahan bayam berpengaruh terhadap warna bolu kukus yang dihasilkan. Selanjutnya hasil analisis pengujian lanjut DMRT diperoleh bahwa perlakuan tanpa penambahan bayam (A0), penambahan bayam 5% (A1) dan 10% (A2) tidak berbeda nyata, namun berbeda nyata dengan perlakuan penambahan bayam 15% (A3) dan 20% (A4).

Hasil pengujian organoleptik terhadap warna bolu kukus menunjukkan bahwa makin banyak konsentrasi bayam yang ditambahkan dalam pembuatan bolu kukus, makin mengurangi kesukaan terhadap warna bolu kukus. Hal ini dapat disebabkan karena penambahan bayam yang semakin banyak menghasilkan bolu kukus yang berwarna lebih hijau. Dimana warna hijau ini dihasilkan dari bayam yang dihancurkan dan yang ditambahkan ke dalam adonan berwarna hijau pekat. Menurut Syakur (2012) bahwa zat hijau daun yang terdapat pada bayam bisa digunakan untuk berbagai campuran makanan.

2. Aroma

Aroma merupakan salah satu parameter organoleptik yang penting karena dari aroma produk pangan dapat menentukan pangan masih layak atau tidak dikonsumsi. Pada umumnya aroma pada makanan ditimbulkan dari bahan yang digunakan dalam pembuatan produk tersebut. Hasil pengujian organoleptik terhadap aroma bolu kukus seperti yang terlihat pada grafik berikut ini :



Gambar 3. Pengaruh Konsentrasi Bayam Terhadap Aroma Bolu Kukus

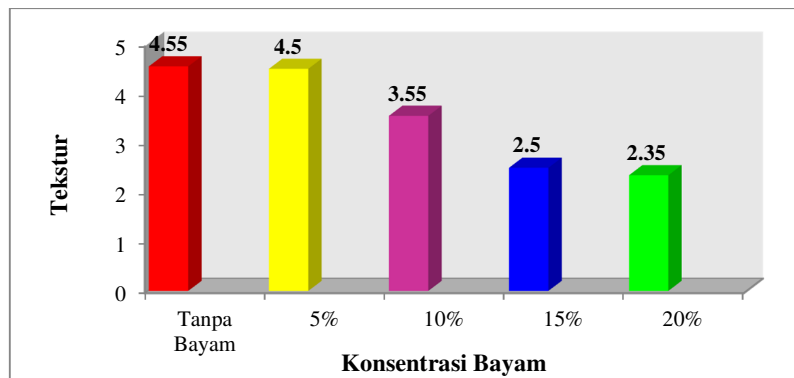
Gambar 3 menunjukkan nilai rata-rata hasil penilaian panelis terhadap aroma bolu kukus adalah 3.05 (cukup suka) pada perlakuan penambahan bayam 20% (A4) hingga 4.5 (sangat suka) pada perlakuan penambahan bayam 5%. Penilaian panelis terendah 3.05 pada perlakuan penambahan bayam 20% (A4) dan tertinggi 4.5 pada perlakuan penambahan bayam 5% (A1). Berdasarkan hal ini berarti bahwa aroma bolu kukus dengan penambahan bayam 5% paling disukai oleh panelis.

Hasil analisis sidik ragam bahwa penambahan bayam berpengaruh terhadap aroma bolu kukus yang dihasilkan. Selanjutnya hasil analisis pengujian lanjut DMRT diperoleh bahwa perlakuan tanpa penambahan bayam (A0), penambahan bayam 5% (A1) dan 10% (A2) tidak berbeda nyata, namun berbeda nyata dengan perlakuan penambahan bayam 15% (A3) dan 20% (A4).

Hasil pengujian organoleptik terhadap aroma bolu kukus menunjukkan bahwa makin banyak konsentrasi bayam yang ditambahkan dalam pembuatan bolu kukus, makin mengurangi kesukaan panelis terhadap aroma bolu kukus. Hal ini dapat disebabkan karena penambahan bayam yang semakin banyak, menghasilkan bolu kukus dengan aroma berbeda. Menurut Kuswardhani dkk., (2010) bayam yang digiling dengan blender mengeluarkan aroma yang khas. Karena proporsi bahan lain yang digunakan untuk membuat adonan sama, aroma khas bayam ini memberikan pengaruh terhadap aroma akhir produk.

3. Tekstur

Tekstur produk pangan juga turut mempengaruhi penilaian diterima atau tidaknya produk pangan tersebut oleh konsumen. Tekstur suatu produk pangan dapat dirasakan dengan jari, mulut atau ditelan. Hasil pengujian organoleptik terhadap tekstur bolu kukus seperti yang terlihat pada gambar berikut ini :



Gambar 4. Pengaruh Konsentrasi Bayam Terhadap Tekstur Bolu Kukus

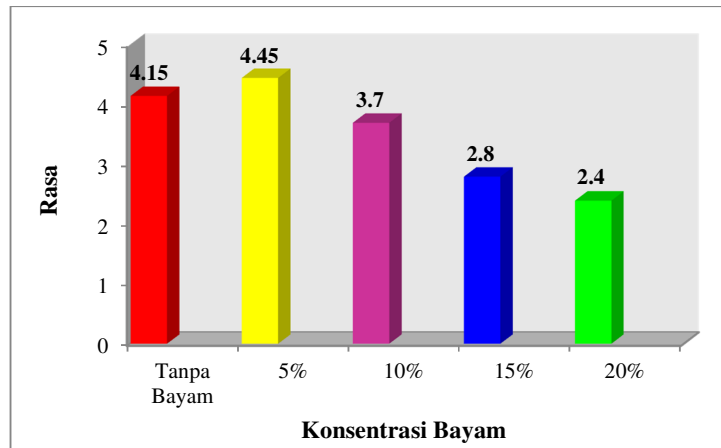
Gambar 4 menunjukkan nilai rata-rata hasil penilaian panelis terhadap tekstur bolu kukus adalah 2.35 (tidak suka) pada perlakuan penambahan bayam 20% (A4) hingga 4.55 (sangat suka) pada perlakuan tanpa penambahan bayam (A0). Berdasarkan hal ini berarti bahwa tekstur bolu kukus tanpa penambahan bayam 5% paling diterima panelis.

Hasil pengujian organoleptik terhadap tekstur bolu kukus menunjukkan bahwa makin banyak konsentrasi bayam yang ditambahkan dalam pembuatan bolu kukus, makin mengurangi kesukaan panelis terhadap tekstur bolu kukus. Hal ini dapat disebabkan karena penambahan bayam yang semakin banyak menghasilkan bolu kukus dengan tekstur yang lebih padat. Hal ini berarti penambahan bayam yang lebih banyak menyebabkan berkurangnya kelembutan bolu kukus. Selain berkurangnya kelembutan, penambahan bayam sebesar 15% dan 20% menghasilkan bolu kukus yang kurang merekah. Menurut Erwin (2004) tampilan bolu kukus yang baik dapat dilihat dari permukaan bolu yang mekar sempurna.

Hasil analisis sidik ragam bahwa penambahan bayam berpengaruh terhadap tekstur bolu kukus yang dihasilkan. Selanjutnya hasil analisis pengujian lanjut DMRT diperoleh bahwa perlakuan tanpa penambahan bayam (A0), penambahan bayam 5% (A1) dan 10% (A2) tidak berbeda nyata, namun berbeda nyata dengan perlakuan penambahan bayam 15% (A3) dan 20% (A4).

4. Rasa

Parameter organoleptik yang penting adalah Rasa. Dengan rasa maka konsumen dapat menentukan menerima atau menolak produk pangan. Hal ini karena rasa merupakan salah satu sifat bahan makanan dan juga sekaligus sebagai mekanisme reseptor konsumen yang akan mengkonsumsi. Hasil pengujian organoleptik terhadap rasa bolu kukus seperti yang terlihat pada grafik berikut ini :



Gambar 5. Pengaruh Konsentrasi Bayam Terhadap Rasa Bolu Kukus

Gambar 5 menunjukkan nilai rata-rata hasil penilaian panelis terhadap rasa bolu kukus adalah 2.4 (tidak suka) pada perlakuan penambahan bayam 20% (A4) hingga 4.45 (suka) pada perlakuan penambahan bayam 5% (A1). Berdasarkan hal ini berarti bahwa rasa bolu kukus dengan penambahan bayam 5% paling diterima panelis.

Hasil analisis sidik ragam bahwa penambahan bayam berpengaruh terhadap tekstur bolu kukus yang dihasilkan. Selanjutnya hasil analisis pengujian lanjut DMRT diperoleh bahwa perlakuan tanpa penambahan bayam (A0) dan penambahan bayam 5% (A1) tidak berbeda nyata, namun berbeda nyata dengan perlakuan penambahan bayam 10% (A2), 15% (A3) dan 20% (A4). Oleh sebab itu dapat disimpulkan bahwa penambahan bayam hingga 10% tidak berbeda nyata terhadap rasa bolu kukus.

Penambahan bayam memberikan sensasi rasa yang berbeda terhadap bolu kukus, sehingga semakin banyak bayam yang ditambahkan maka bolu kukus memiliki rasa khas bayam. Menurut Achyadi dan Afiana (2004) dalam Ertikasari dkk., (2010) bahwa rasa suatu bahan pangan dapat berasal dari sifat bahan itu sendiri atau karena adanya zat lain yang ditambahkan pada proses pengolahannya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan penambahan bayam berpengaruh terhadap kadar zat besi dan organoleptik bolu kukus. Penambahan bayam dalam pembuatan bolu kukus dapat meningkatkan kadar zat besi bolu kukus, dimana penambahan bayam dengan konsentrasi 5% telah memenuhi kebutuhan zat besi harian dan secara organoleptik warna, aroma, tekstur dan rasa disukai oleh panelis.

Saran

Berdasarkan dari kesimpulan tersebut, maka dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Bayam dapat digunakan dalam pengolahan pangan untuk meningkatkan kadar zat besi (Fe).

2. Perlunya dilakukan pemberian informasi kepada masyarakat tentang pemanfaatan bayam dalam pengolahan pangan.
3. Bolu kukus bayam dapat digunakan sebagai salah satu alternatif penganan untuk menanggulangi anemia.
4. Perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai upaya-upaya peningkatan mutu gizi makanan dengan menggunakan bahan alami lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang telah memberi dukungan financial terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Atmojo., Lusiana Dwi. 2007. Pengaruh Substitusi Tepung Tempe dan Penggunaan Minyak Goreng Terhadap Kualitas Organoleptik dan Nilai Gizi Bolu Kukus. Skripsi Jurusan Jasa dan Produksi Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
- Ertikasari, Nuning., Sukoso dan Rahmi Nurdiani. 2010. Pengaruh Perbedaan Proporsi Tepung Ikan Peperek (*Leiognathus sp.*) dan Tepung Kentang (*Solanum tuberosum L.*) Terhadap Mutu Stick. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. Malang.
- Erwin. 2004. Variasi Bolu Kukus. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Fatimah, Siti., 2009. Studi Kadar Klorofil dan Zat Besi (Fe) pada Beberapa Jenis Bayam Terhadap Jumlah Eritrosit Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) Anemia. Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Hanafiah, K. A., 2005. Rancangan Percobaan : Teori dan Aplikasi. PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Irawan., M. Anwari. 2008. Fungsi Zat Besi. <http://pssplab.com/book/2008/06/fungsi-dari-zat-besi/>. Diakses pada Tanggal 24 Maret 2014.
- Jussawala. 2007. Diet Jus untuk Kesehatan Sempurna. Prestasi Pustaka Publisher. Jakarta.
- Kuswardhani, Dian Sukma., Yaniasih dan Bot Pranadi. 2010. Fortifikasi Fe Organik dari Bayam (*Amaranthus tricolor L.*) dalam pembuatan Cookies untuk Wanita Menstruasi. <http://perpustakaan cyber.blogspot.com/2013/01/fortifikasi-fe-organik-bayam-pembuatan-cookies-menstruasi.html> Diakses pada Tanggal 24 Maret 2014.
- Linder, M. C.. 2006. Biokimia Nutrisi dan Metabolisme dengan Pemakaian Secara Klinis. Jakarta: UI Press.
- Nisviaty, Annisya. 2006. Pemanfaatan Tepung Ubi Jalar (*Ipomoea batatas L.*) Klon BB00105.10 Sebagai Bahan Dasar Produk Olahan Kukus Serta Evaluasi Mutu Gizi dan Indeks Glikemiknya. Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Oktabriawatie, Dyah. 2012. Inilah Makanan yang Kaya Zat Besi. <http://food.detik.com/read/2012/03/07/111859/1859958/900/inilah-makanan-yang-kaya-zat-besi>. Diakses pada Tanggal 12 Maret 2014.

Syakur. 2012. Bayam sebagai Sumber Zat Besi Bagi Tubuh.
www.kesehatan123.com/3496/bayam-sebagai-sumber-zat-besi-bagi-tubuh/
Diakses pada Tanggal 12 Maret 2014.

T4-MG 47

KAJIAN WAKTU FERMENTASI DAN JENIS UBI JALAR TERHADAP KARAKTERISTIK YOUGHURT UBI JALAR (*Ipomoea batatas* L.)

Fermentation Time Study and Types Sweet Potato to Characteristics of Sweet Potato Youghurt (Ipomoea Batatas L.)

Sumartini¹⁾, Jaka Rukmana²⁾

1) Dan 2) staff dosen, Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan
Jalan Dr Setiabudi No 193 Bandung, Indonesia

email: tinitafsil@yahoo.com

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui waktu fermentasi dan jenis ubijalar terhadap karakteristik yoghurt ubi jalar. Manfaat dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan nilai guna dari ubi jalar, memberikan alternatif baru dalam diversifikasi pengolahan ubi jalar, dan menginformasikan alternatif pilihan lain untuk bahan baku dalam pembuatan yoghurt. Metode penelitian terdiri dari menentukan waktu fermentasi yaitu ($t_1 = 0$ jam, $t_2 = 3$ jam, $t_3 = 3,5$ jam, $t_4 = 4$ jam, $t_5 = 4,15$ jam, $t_6 = 4,30$ jam, $t_7 = 4,45$ jam, $t_8 = 5$ jam, $t_9 = 5,15$ jam, $t_{10} = 5,30$ jam, $t_{11} = 5,45$ jam, $t_{12} = 6$ jam), dan pemilihan jenis ubi jalar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Nilai asam laktat yang diperoleh pada waktu fermentasi optimal (4 jam) berkisar 1,060 % sampai 1,125 %. Sedangkan jenis ubi jalar ungu merupakan sampel yang paling disukai oleh panelis dalam hal aroma, warna, dan rasa, serta memiliki nilai kekentalan yoghurt sedang. Aroma, warna, rasa, dan kekentalan yang dihasilkan telah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI 01-2981-2009) tentang syarat mutu yoghurt dengan aroma normal, rasa asam, penampakan kental, dan homogen.

Kata kunci: Waktu fermentasi, ubi jalar, karakteristik yoghurt

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the time of fermentation and the type of sweet potato, yoghurt characteristics of this research is to improve the use value of sweet potatoes, providing new alternatives in the diversification of processing sweet potato, benefit and inform other alternative options for raw materials in manufacturing yoghurt. The research method consists of determining the time of fermentation that ($t_1 = 0$ hours, $t_2 = 3$ hours, $t_3 = 3.5$ hours, $t_4 = 4$ hours, $t_5 = 4.15$ hours, $t_6 = 4.30$ hours, $t_7 = 4.45$ hours, $t_8 = 5$ hours, $t_9 = 5.15$ hours, $t_{10} = 5.30$ hours, $t_{11} = 5.45$ hours, $t_{12} = 6$ hours), and a choice of sweet potato. The results showed that the lactic acid value obtained at the time of optimum fermentation (4 hours) range from 1.060% to 1.125%. Types purple sweet potato is a sample of the most preferred by the panelists in terms of flavour, color and taste, and has a viscosity values yoghurt being. Aroma, color, flavor, and viscosity produced has met the Indonesian National Standard (SNI 01-2981-2009) about the quality requirements with the flavour of normal yogurt, sour taste, appearance viscous, and homogeneous.

Keywords: Time of fermentation, sweet potatoes, yogurt characteristics

PENDAHULUAN

Latar Belakang Penelitian

Yoghurt merupakan produk fermentasi yang dikenal di Indonesia sebagai minuman kesehatan. Pada awalnya metode fermentasi dilakukan untuk memperpanjang umur simpan susu (Tamime dan Robinson, 1999). Sedangkan menurut SNI No.01-2981-2009 yoghurt adalah produk yang diperoleh dari fermentasi susu dan atau susu rekonstitusi dengan menggunakan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* dan atau bakteri asam laktat lain yang sesuai, dengan/atau tanpa penambahan bahan pangan lain dan bahan tambahan pangan yang diizinkan.

Umumnya yoghurt dibuat dari bahan baku 100% susu dan digemari oleh konsumen karena rasa dan aromanya yang khas serta nilai gizinya yang baik untuk kesehatan. Yoghurt dapat dikonsumsi oleh penderita *lactose intolerance*, yaitu gejala tidak tahan terhadap laktosa susu yang dialami oleh hewan atau manusia yang akan menyebabkan seseorang diare setiap minum susu dikarenakan memiliki kekurangan laktosa dalam usus kecilnya, umumnya dapat menurunkan sekitar 25% kadar laktosa yang ada, sehingga tersisa sebesar 75%. Penderita *lactose intolerance* dapat mengkonsumsi susu yang telah mengalami fermentasi, dengan tidak menyebabkan terjadinya gejala-gejala yang merugikan (Sorih dan Supriyanto, 2006).

Beberapa tahun belakangan ini mulai populer produk yoghurt yang tidak dibuat dari susu sapi, ada yang dibuat dari sari kedelai, sari kacang hijau, sari jagung, dan lain sebagainya. Produk yoghurt dari sari nabati sebenarnya sangat berpotensi untuk dikembangkan karena selain kandungan gizi yang tinggi harga produk yoghurt nabati relatif lebih murah jika dibandingkan dengan yoghurt susu hewani. Dengan adanya produk yoghurt sari nabati diharapkan akan meningkatkan daya beli masyarakat terhadap produk probiotik yang selama ini relatif mahal.

Efek-efek kesehatan yang telah dibuktikan karena konsumsi susu fermentasi (termasuk yoghurt) adalah memacu pertumbuhan bakteri menguntungkan di dalam usus karena dapat meningkatkan pencernaan dan penyerapan zat-zat gizi, dapat mengurangi atau membunuh bakteri tidak menguntungkan dalam saluran pencernaan, dapat menormalkan kerja usus besar (mengatasi konstipasi dan diare), memiliki efek anti kanker, dapat mengatasi masalah *lactosa intolerance*, berperan dalam detoksifikasi dan mengatasi stres, serta mengontrol kadar kolesterol dalam darah dan tekanan darah (Robinsondkk., 1999).

Pembuatan yoghurt dalam penelitian ini dilakukan dengan mengkombinasikan susu sapi murni dengan bubur ubi jalar. Prinsipnya sama dengan pembuatan yoghurt yang berasal dari 100% susu yaitu dengan menginokulasikan bakteri asam laktat pada kombinasi susu dengan bubur ubi. Pembuatan yoghurt ubi jalar didukung oleh peningkatan produksi ubi jalar yang semakin meningkat setiap tahunnya. Peningkatan produksi ubi jalar tersebut tidak diikuti dengan peningkatan jenis penggunaannya. Berdasarkan warna umbinya ubi jalar dapat dikelompokkan menjadi empat jenis, yaitu ubijalar putih, kuning, merah/jingga, dan ungu. Setiap jenis ubijalar memiliki kandungan nilai gizi yang berbeda, salah satu nilai gizi

yang cukup banyak mencapai 75 sampai 90 % adalah karbohidrat termasuk didalamnya adalah oligosakarida khususnya rafinosa. Kandungan rafinosa sebagai prebiotik sangat membantu usus dalam mencerna makanan lebih baik (Hidayat dkk., 2006).

Pembuatan yoghurt campuran ubi jalar yang akan dilakukan menggunakan perbandingan susu murni dengan bubur ubi jalar yang berbeda. Menurut Hidayat dkk., (2006), perbandingan yang terbaik antara ubi jalar dengan air yaitu pada perbandingan 1 : 2, dimana diperoleh sari ubi jalar yang dapat dijadikan minuman prebiotik dengan pemanasan pada suhu 70°C selama 30 menit. Untuk menjadikan sebagai minuman probiotik maka perlu ditambahkan susu skim 4 %, glukosa 5 %, dan penambahan *Lactobacillus casei* sebanyak 2% (2ml bibit per 100 ml prebiotik). Sedangkan menurut penelitian Hadiennata (2007) perbandingan ubi dengan air yang digunakan untuk pembuatan yoghurt campuran ubi jalar adalah 1 : 1, sehingga didapatkan hasil yang maksimal pada sari ubi jalar.

Prebiotik ubi jalar dicampur dengan susu sapi murni sebagai sumber protein hewani, penambahan glukosa, serta starter akan menjadikan Sinbiotik yang merupakan kombinasi prebiotik dan probiotik. Probiotik merupakan mikroba hidup yang diberikan sebagai suplemen makanan yang mempunyai pengaruh menguntungkan bagi kesehatan dan memperbaiki keseimbangan mikroflora usus. Mikroba hidup ini diharapkan mampu memberikan pengaruh positif terhadap kesehatan manusia atau hewan dengan cara memperbaiki sifat-sifat yang dimiliki mikroba alami yang tinggal di dalam tubuh manusia atau hewan tersebut. Syarat-syarat probiotik yang baik adalah harus tetap dalam keadaan hidup, daya untuk bertahan hidup ketika melalui saluran pencernaan dan manfaat kesehatan yang dapat dibuktikan keberadaannya (Ardiansyah, 2007).

Salah satu jenis kelompok oligosakarida yang dapat dijadikan sebagai sumber prebiotik adalah kelompok gula sederhana seperti rafinosa, dan stakiosadimana salah satunya terdapat di dalam ubi jalar (Hidayat dkk., 2006).

Starter yang digunakan dalam pembuatan yoghurt campuran ubi jalar menggunakan perpaduan *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. Bakteri ini saling menstimulir pertumbuhan yang satu dengan yang lainnya dan memberikan flavor yoghurt yang baik pada kondisi optimum (Trachoo, 2002).

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mencoba mengkombinasikan susu sapi murni dengan bubur ubi jalar menjadi yoghurt berdasarkan kajian waktu fermentasi dan pemilihan jenis ubi sehingga didapatkan waktu dan jenis ubi jalar yang terbaik pada pembuatan yoghurt campuran ubi jalar.

Produk yoghurt campuran ubi jalar merupakan produk diversifikasi pangan fungsional, dengan nilai gizi yang baik dan sangat dibutuhkan oleh sistem pencernaan tubuh, serta meningkatkan nilai ekonomis. Maka, penelitian yoghurt campuran ubi jalar perlu dilakukan.

Proses fermentasi dapat dilakukan pada suhu 43°C ± 1°C hingga nilai pH 4,7 (Guyen dkk, 2005). Menurut Tamime dan Robinson (1999), penggunaan suhu 40 sampai 42°C dengan lama waktu fermentasi antara 3 sampai 5 jam dapat digunakan untuk fermentasi yoghurt. Pemilihan suhu ini merupakan kondisi optimum untuk pertumbuhan bakteri asam

laktat tersebut. Suhu 45°C merupakan suhu optimum untuk produksi asam laktat oleh kebanyakan galur *Lactobacillus bulgaricus*, sedangkan *Streptococcus thermophilus* mempunyai suhu optimum 39°C (Tamime dan Robinson, 1999).

Kriteria selesainya fermentasi biasanya mengacu pada nilai keasaman yoghurt yang dihasilkan. Yoghurt yang baik mempunyai nilai total asam 0,90 sampai 0,95%, pH antara 3,8 sampai 4,6, flavour seperti *butter* (diasetil) dan kacang (asetaldehid), bisa disendok tanpa meninggalkan *whey*, tekstur lembut dan tanpa granula (Tamime dan Robinson, 2003).

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Bahan yang Digunakan

Bahan yang digunakan yaitu ubi jalar kuning (varietas Kalasan), dan ubi jalar ungu (varietas Ayamurasaki, umur panen 100 sampai 110 hari setelah tanam), susu sapi murni, glukosa, dan starter (*Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*).

Bahan analisis adalah aquades, indikator phenolphthalein, NaOH 0,1N, asam oksalat, Pb asetat, Na₂HPO₄ 10%, batu didih, KI 30 %, amilum 0,5%, garam Kjeldahl, H₂SO₄ pekat, HCl 0,1 N, NaOH 30 %, larutan *Luff schoorl*, Na₂S₂O₃ 0,1 N, n-heksan atau eter, H₂SO₄ 0,3N, CHCl₃, granul Zn, es batu, alkohol 95%, H₂SO₄ 25%, KOH 50%, amonium oksalat, indikator metil merah, KMnO₄ 0,1 N .

Alat yang Digunakan

Alat-alat proses yang digunakan adalah *blender*, panci, kompor, baskom (wadah), termos es, termometer, kain saring, *jar* (botol kaca), aluminium foil.

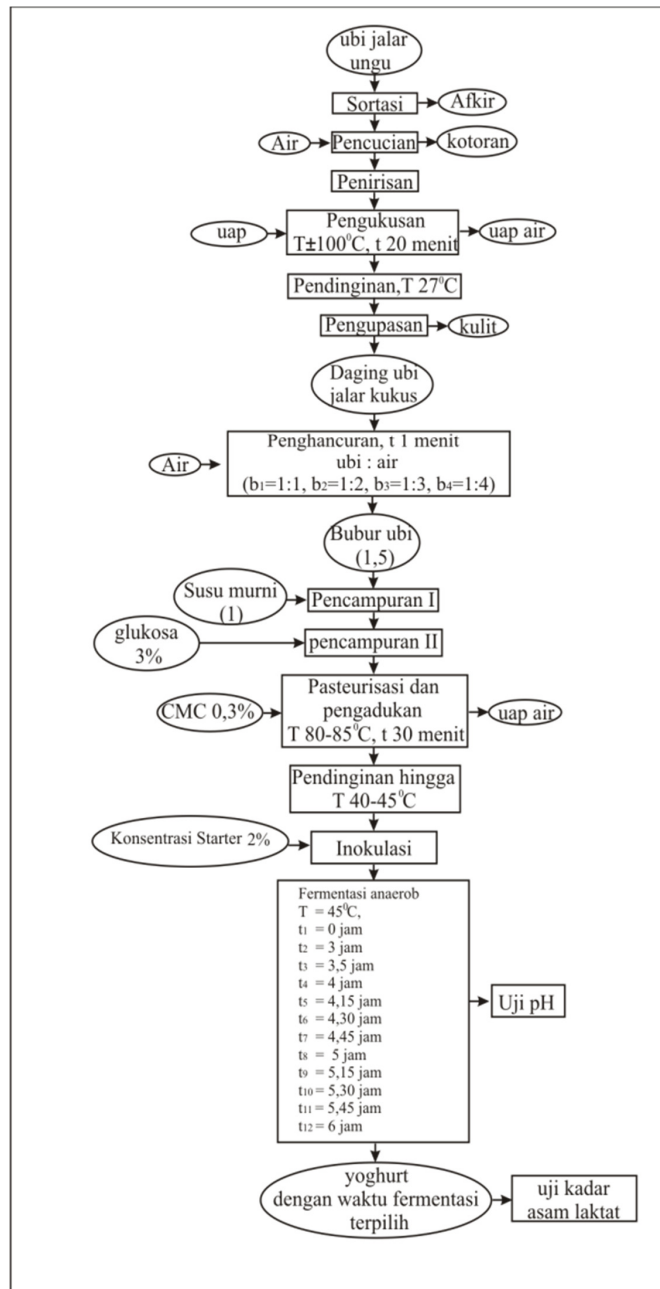
Alat-alat analisis adalah digital pH-meter merk Lutron pH-208, gelas ukur, alat soxhlet, viskometer, cawan petri (ukuran diameter 5cm x 1,5cm), inkubator, pipet volume seukuran merk DIN, bola kaca adafter, timbangan merk NAGATO Indonesia, kertas saring, oven merk Memmert, labu ukur, kaca arloji, eksikator, tabung destilasi, kondensor, labu erlenmeyer merk lwaki, pipet tetes, batang pengaduk, corong, labu takar merk lwaki, buret merk lwaki, cawan porselen, tanur, labu Kjeldahl, rotary evaporator, kertas saring Whatman No.42 dan timbangan analitik merk *Mettler Toledo* PL 202-S.

Metode Penelitian

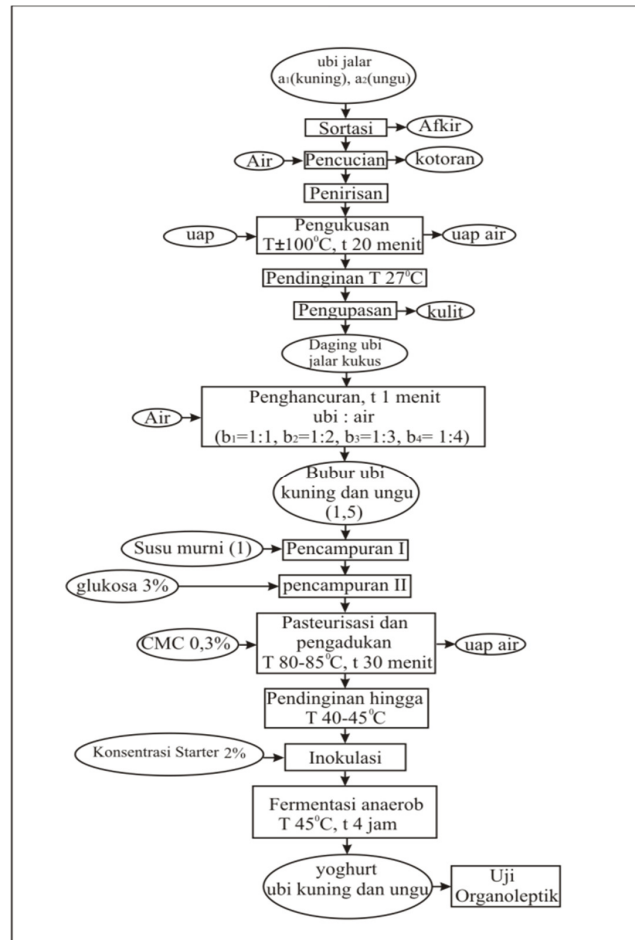
Penelitian yang dilakukan :

- (1). Menghitung jumlah sel bakteri starter (Fardiaz, 1992) Sebelum digunakan untuk membuat yoghurt.
- (2). Penentuan waktu fermentasi yang akan digunakan dalam penelitian utama dengan menggunakan perbandingan ubi jalar kukus : air (B) ($b_1 = 1:1$, $b_2 = 1:2$, $b_3 = 1:3$, $b_4 = 1:4$) dengan waktu perlakuan yaitu : $t_1 = 0$ jam, $t_2 = 3$ jam, $t_3 = 3,5$ jam, $t_4 = 4$ jam, $t_5 = 4.15$ jam, $t_6 = 4.30$ jam, $t_7 = 4.45$ jam, $t_8 = 5$ jam, $t_9 = 5.15$ jam, $t_{10} = 5.30$ jam, $t_{11} = 5.45$, $t_{12} = 6$. Setiap perlakuan di ukur nilai pH dengan pH meter, waktu fermentasi dengan nilai pH yang sesuai dengan standar yaitu 3,8 sampai 4,6 ditetapkan sebagai waktu fermentasi terbaik dan dilakukan uji kadar asam laktat .

(3). Pemilihan jenis ubi jalar dan perbandingan ubi jalar kukus



Gambar 1. Diagram Alir Penentuan Waktu Fermentasi.



Gambar 2. Diagram Alir Penentuan Jenis Ubi Jalar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah Bakteri Starter

Hasil perhitungan jumlah bakteri starter dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Jumlah Bakteri Starter

Pengenceran	Σ Bakteri Starter (CFU/ml)
1 ml	TBUD
10^{-1}	TBUD
10^{-2}	TBUD
10^{-3}	TBUD
10^{-4}	TBUD
10^{-5}	$1,375 \times 10^7$

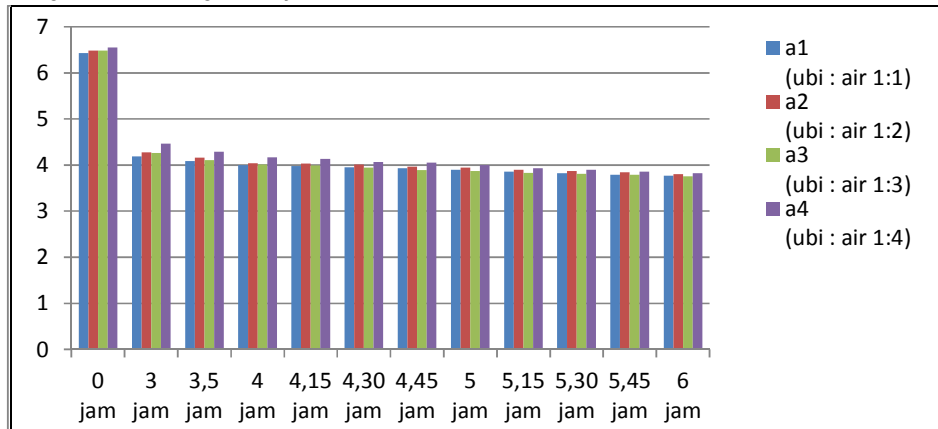
Keterangan : TBUD = Tidak Bisa Untuk Dihitung.

Hasil perhitungan jumlah bakteri starter menunjukkan bahwa starter yang digunakan mempunyai jumlah sel bakteri $1,375 \times 10^7$ CFU/ml pada pengenceran ke 5, dimana bahan

starter berasal dari 100% susu murni. Ketentuan dari *International Dairy Federation* untuk jumlah sel yoghurt adalah 10^7 CFU/ml atau di atasnya. Jumlah bakteri tersebut memenuhi kualitas jumlah bakteri yang bisa digunakan untuk pembuatan yoghurt campuran ubi jalar. Menurut Orihara dkk, (1992) di dalam Sihalo, (2008) jumlah bakteri asam laktat pada yoghurt minimal harus mengandung bakteri asam laktat $1,0 \times 10^7$ CFU/ml. Salah satu faktor yang mempengaruhi mutu yoghurt adalah jumlah sel yang digunakan. Starter yoghurt yang digunakan merupakan campuran *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus*, dimana bakteri tersebut bersifat thermotoleran karena masih hidup setelah proses pasteurisasi susu pada suhu 80°C sampai 85°C dan aktivitasnya dipengaruhi oleh pH dan suhu inkubasi. Silvia (2002) melaporkan bahwa *Streptococcus thermophilus* dapat tumbuh baik pada susu nabati dan menghasilkan flavor yang paling baik pada suhu 80°C sampai 85°C dan aktivitasnya dipengaruhi oleh pH dan suhu inkubasi. Silvia (2002) melaporkan bahwa *Streptococcus thermophilus* dapat tumbuh baik pada susu nabati dan menghasilkan flavor yang paling baik.

Penentuan Waktu Fermentasi

Penentuan waktu fermentasi dilakukan dengan menggunakan sampel ubi jalar ungu dengan perbandingan ubi jalar kukus : air 1:1, 1:2, 1:3, dan 1:4.



Gambar 3. Grafik Hasil Pengujian Pengukuran pH

Penentuan waktu fermentasi dilakukan dengan pengukuran nilai pH. Hasil analisis pengukuran pH dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Pengukuran pH

Waktu Fermentasi (jam)	Nilai pH			
	b ₁ (ubi jalar kukus : air 1:1)	b ₂ (ubi jalar kukus : air 1:2)	b ₃ (ubi jalar kukus : air 1:3)	b ₄ (ubi jalar kukus : air 1:4)
t ₁ = 0	6,43	6,48	6,48	6,55
t ₂ = 3	4,19	4,28	4,26	4,46
t ₃ = 3,5	4,09	4,16	4,11	4,29
t ₄ = 4	4,00	4,04	4,01	4,21

t ₅ = 4,15	3,98	4,03	3,99	4,13
t ₆ = 4,30	3,95	4,01	3,94	4,07
t ₇ = 4,45	3,93	3,97	3,89	4,05
t ₈ = 5	3,90	3,94	3,87	4,00
t ₉ = 5,15	3,86	3,90	3,83	3,93
t ₁₀ = 5,30	3,82	3,87	3,81	3,90
t ₁₁ = 5,45	3,79	3,84	3,79	3,86
t ₁₂ = 6	3,77	3,79	3,80	3,82

Berdasarkan hasil penelitian pada Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai pH pada jam ke 0 (nol) berkisar antara 6,55 sampai 6,43, hal ini sesuai dengan pertumbuhan bakteri *Streptococcus thermophilus* yang menyukai suasana mendekati netral dengan pH optimal untuk pertumbuhannya 6,5, *Streptococcus thermophilus* tumbuh cepat dan mendominasi proses awal fermentasi, sedangkan *Lactobacillus bulgaricus* tumbuh agak lambat, tetapi aktivitas proteolitiknya mulai meningkat seiring tercukupinya jumlah peptida dan asam amino yang dibutuhkan untuk menstimulir pertumbuhan *Streptococcus thermophilus* dengan melepaskan valin, glisin, leusin, isoleusin dan histidin kedalam medium pertumbuhan, sebaliknya *Streptococcus thermophilus* akan menghidrolisis laktosa susu menjadi glukosa dan galaktosa oleh enzim β -galaktosidase menjadi asam laktat, asam asetat dan mensintesa asam format yang diperlukan oleh *Lactobacillus bulgaricus* (Tamime dan Robinson, 1999).

Streptococcus thermophilus tumbuh sangat baik pada pH 6,5 berperan dalam penurunan pH awal yoghurt sampai dibawah 5,5 dan pertumbuhannya terhambat pada nilai pH 4,2. Pada proses fermentasi, bakteri *Streptococcus thermophilus* akan menghasilkan asam-asam organik dan CO₂. Asam laktat yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat tersebut akan tersekresikan keluar sel dan akan terakumulasi dalam cairan fermentasi. Meningkatnya jumlah asam yang tersekresikan tersebut, maka keasaman yoghurt akan meningkat, dan peningkatan akumulasi asam laktat ini akan menyebabkan terjadinya penurunan pH (Widowati dkk., 2003). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tingkat keasaman (pH) pada jam ke 4 sampai jam ke 6 berkisar 4,21 sampai 3,77. Menurut Kustianingrum (2003) nilai pH yoghurt berkisar 3,8 sampai 4,6, sehingga dapat dikatakan bahwa nilai pH yoghurt campuran ubi jalar pada penelitian ini memenuhi nilai pH yoghurt.

Pertumbuhan *Lactobacillus bulgaricus* terhenti pada pH 3,8, hal ini terlihat pada waktu fermentasi jam ke 6 (enam) dengan nilai pH berkisar 3,82 sampai 3,76, hal ini disebabkan semakin lama waktu fermentasi, maka kesempatan aktivitas mikroba dalam menurunkan nilai pH akan semakin lambat karena mulai kekurangan nutrisi (Gobetti, 1999). Waktu fermentasi optimal (4 jam) dilakukan analisis kadar asam laktat yang dapat dilihat pada Tabel 4

Tabel 4. Nilai Kadar Asam Laktat (% b/b) Yoghurt Ubi Jalar Ungu

Sampel	Nilai Asam Laktat (%)
b ₁ (ubi : air 1:1)	1,1250

b ₂ (ubi : air 1:2)	1,1226
b ₃ (ubi : air 1:3)	1,0659
b ₄ (ubi : air 1:4)	1,1113

Nilai asam laktat yang diperoleh pada waktu fermentasi optimal (4 jam) berkisar 1,060 % sampai 1,125 % , dimana kisaran tersebut telah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI 01-2981-2009) yaitu 0,5 sampai 2 %.

Waktu fermentasi optimal 4 jam digunakan sebagai waktu fermentasi terpilih pada pembuatan yoghurt di dalam penelitian disini

Pemilihan Jenis Ubi Jalar

Aroma

Hasil pengujian organoleptik terhadap aroma menunjukkan bahwa faktor jenis ubi jalar (A) dan faktor perbandingan ubi jalar kukus dengan air (B) berpengaruh terhadap aroma yoghurt campuran ubi jalar, tetapi tidak terjadi interaksi antara faktor (A) dan faktor (B), kemudian di lakukan uji lanjut Duncan seperti terlihat Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Perlakuan Jenis Ubi Jalar (A) terhadap Aroma Yoghurt Campuran Ubi Jalar.

Jenis Ubi Jalar (A)	Nilai rata-rata
a ₁ (ubi jalar kuning)	4,3417 ^a
a ₂ (ubi jalar ungu)	4,5750 ^b

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji jarak berganda Duncan.

Tabel 5 memperlihatkan bahwa ubi jalar kuning (a₁) berbeda nyata dengan ubi jalar ungu (a₂) dalam hal aroma yoghurt. Dari hasil terlihat bahwa Aroma yoghurt ubi jalar ungu lebih disukai karena terjadi pembentukan komponen flavor yang mirip seperti pada yoghurt hasil fermentasi laktosa seperti asetaldehida, aseton, asetonin dan diasetil serta terbentuk senyawa *volatile* hasil penguraian protein dan lemak. Dalam ubi jalar ungu jauh lebih besar dibanding pembentukan senyawa aroma ubi jalar kuning. Komponen kimia ubi jalar ungu mengandung protein 1,8% dan lemak 0,7% jauh lebih tinggi dibandingkan ubi jalar kuning dengan kandungan protein 1,1 % dan lemak 0,4 % dikutip dari kandungan gizi dalam tiap 100 g ubi jalar segar (Juanda dan Cahyono, 2010).

Karbohidrat, protein, dan lemak mempengaruhi terhadap pembentukan senyawa aroma yoghurt campuran ubi jalar melalui proses metabolisme. Laktosa dihidrolisis dalam sel bakteri oleh enzim β -galaktosidase menjadi glukosa dan galaktosa, glukosa digunakan untuk menghasilkan D- dan L+ asam laktat, sedangkan galaktosa terakumulasi, glukosa melalui jalur glikolisis dapat dibentuk menjadi asam piruvat, dan selanjutnya oleh enzim dekarboksilase dapat diubah menjadi asam laktat. Protein dipecah menjadi asam amino melalui proses proteolisis, asam amino alanin, serin, glisin, sistein, metionin, triptofan, dirubah menjadi asam piruvat. Fenilalanin, tirosin, leusin, isoleusin, lisin dirubah menjadi asetil koenzim A dan masuk kedalam siklus Krebs. Lemak (trigliserida) dipecah menjadi asam lemak dan gliserol melalui proses lipolisis melewati jalur β -oksidase menjadi glukosa

dan piruvat, piruvat kemudian dirubah menjadi asetil koenzim A. Asam piruvat hasil penguraian karbohidrat, lemak, dan protein oleh enzim dekarboksilase dirubah menjadi asetaldehid, diasetil, dan asam yang mudah menguap dalam yoghurt sebagai akibat dari metabolisme *Lactobacillus bulgaricus* (Almatsier, 2001). Senyawa inilah sebagai senyawa pembentuk aroma khas yoghurt campuran ubi jalar. Komponen flavor dalam yoghurt dihasilkan dari fermentasi laktosa seperti asetaldehida (92,5 – 4,0 ppm), aseton (1,0 – 4,0 ppm), asetoin (2,5 – 4,0 ppm) dan diasetil (0,4-13,0 ppm) (Tamime dan Deeth, 1989).

Lemak dalam bahan terpisah sehingga mengalami oksidasi dan dipecah oleh adanya panas. Sebagian bahan aktif yang ditimbulkan oleh pemecahan itu bereaksi dengan amino dan peptida untuk menghasilkan aroma dan sebagian lagi menyebar ke udara sambil meninggalkan bau yang khas. Perpaduan aroma fermentasi susu menjadi asam laktat dan aroma ubi jalar rebus yang lembut menyebabkan ubi jalar ungu disukai oleh panelis.

Tabel 6 Perlakuan Perbandingan Ubi Jalar Kukus dengan Air (B) terhadap Aroma Yoghurt Campuran Ubi Jalar

Perbandingan Ubi Jalar Kukus dengan Air	Nilai rata-rata
b ₁ (1:1)	3,9250 ^a
b ₂ (1:2)	4,2750 ^b
b ₃ (1:3)	5,0250 ^d
b ₄ (1:4)	4,6083 ^c

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji jarak berganda Duncan.

Tabel 6 memperlihatkan bahwa perbandingan ubi jalar kukus dengan air (B) dengan perbandingan b₁ (1:1), b₂ (1:2), b₃ (1:3), dan b₄ (1:4) berbeda nyata dalam hal aroma yoghurt. Panelis lebih menyukai aroma yoghurt dari perbandingan ubi jalar kukus berbanding air 1 : 3. Hal ini disebabkan semakin sedikit jumlah air yang ditambahkan b₁ (1:1), b₂ (1:2), maka aroma dari ubi yang akan lebih dominan, sehingga kurang disukai oleh panelis. Jika air yang ditambahkan lebih banyak b₄ (1:4) maka akan mempengaruhi dalam pembentukan aroma. Sehingga aroma yoghurt ubi jalar ungu dengan perbandingan ubi jalar kukus berbanding air 1:3 lebih disukai oleh panelis.

Kekentalan

Kekentalan yoghurt erat kaitannya dengan pembentukan gel yoghurt, pembentukan asam laktat, penurunan nilai pH, jumlah susu yang digunakan, jumlah air yang digunakan, dan jumlah padatan terlarut pada ubi jalar.

Hasil pengujian organoleptik terhadap kekentalan menunjukkan bahwa faktor jenis ubi jalar (A) dan faktor perbandingan ubi jalar kukus dengan air (B) berpengaruh terhadap kekentalan yoghurt campuran ubi jalar, tetapi tidak terjadi interaksi antara faktor (A) dan faktor (B), kemudian di lakukan uji lanjut Duncan seperti terlihat pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Tabel 7. Perlakuan Jenis Ubi Jalar (A) terhadap Kekentalan Yoghurt Campuran Ubi Jalar

Jenis Ubi Jalar (A)	Nilai rata-rata
a ₁ (ubi jalar kuning)	4,1750 ^a
a ₂ (ubi jalar ungu)	4,4083 ^b

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji jarak berganda Duncan.

Tabel 7 memperlihatkan bahwa ubi jalar kuning (a₁) berbeda nyata dengan ubi jalar ungu (a₂) dalam hal kekentalan yoghurt. Dimana panelis lebih menyukai kekentalan yoghurt dari ubi jalar ungu. Hal ini disebabkan oleh kandungan protein susu dan protein pada ubi jalar. Semakin tinggi kadar protein dalam yoghurt maka kekentalan akan semakin tinggi, semakin banyak jumlah susu yang digunakan dan kandungan padatan terlarut ubi jalar seperti protein akan menghasilkan yoghurt yang lebih kental.

Selama proses fermentasi yang menyebabkan terbentuknya kekentalan yoghurt adalah terbentuknya asam laktat dan pembentukan gel karenanya adanya kasein susu. Akumulasi asam laktat yang terjadi dalam proses fermentasi dapat menyebabkan penurunan pH atau menaikkan keasaman susu dan kasein. Penurunan pH dapat menyebabkan kasein menggumpal secara keseluruhan, kasein menjadi tidak stabil dan terkoagulasi membentuk gel yoghurt. Pengasaman susu oleh kegiatan asam laktat juga dapat menyebabkan pengendapan kasein sehingga akan mempengaruhi kekentalan yoghurt yang dihasilkan. Terkoagulasinya kasein menyebabkan peningkatan viskositas (Tamime dan Deeth, 1989).

Pada dasarnya pembuatan yoghurt susu dari susu nabati sama dengan pembuatan yogurt dari susu sapi. Meskipun susu nabati tidak mengandung laktosa, sebagian besar bakteri dapat menggunakan karbohidrat lain seperti sukrosa, stakiosa, dan raffinosa sebagai sumber energinya (Shurtleff dan Aoyagi, 1984 didalam Agustina dan Yusuf, 2010)

Yoghurt yang baik memiliki tekstur yang lembut seperti bubur, tidak terlalu encer, dan tidak terlalu padat dimana faktor yang mempengaruhi tekstur yoghurt adalah perlakuan pada susu sebelum diinokulasikan, ketersediaan nutrisi, bahan-bahan pendorong, produksi metabolis oleh *Lactobacilli*, interaksi dengan bakteri biakan lainnya, penanganan bakteri sebelum digunakan dan ada tidaknya antibiotika dalam susu (Ginting dan Elsegustri, 2005).

Kekentalan dipengaruhi oleh kandungan protein susu dan protein pada ubi jalar. Protein pada ubi jalar ungu 1,8 % lebih besar dibandingkan protein ubi jalar kuning 1,1 %. Semakin tinggi kadar protein dalam yoghurt maka kekentalan akan semakin tinggi, semakin banyak jumlah susu yang digunakan dan kandungan padatan terlarut ubi jalar seperti protein akan menghasilkan yoghurt yang lebih kental.

Tabel 8. Perlakuan Perbandingan Ubi Jalar Kukus dengan Air (B) terhadap Kekentalan Yoghurt Campuran Ubi Jalar

Perbandingan Ubi Jalar Kukus dengan Air (B)	Nilai rata-rata
b ₁ (1:1)	4,8000 ^c
b ₂ (1:2)	4,7250 ^c
b ₃ (1:3)	4,0917 ^b
b ₄ (1:4)	3,5500 ^a

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji jarak berganda Duncan.

Tabel 8 memperlihatkan bahwa perlakuan perbandingan ubi jalar kukus dengan air b₄ (1:4) berbeda nyata dengan b₁ (1:1), b₂ (1:2), dan b₃ (1:3), begitu juga b₃ (1:3) berbeda nyata dengan b₁ (1:1), b₂ (1:2). Tetapi b₁ (1:1) dan b₂ (1:2) tidak berbeda nyata dalam hal kekentalan yoghurt. Perbedaan ini disebabkan, semakin banyak air yang ditambahkan, maka yoghurt akan semakin encer, hal ini juga akan mempengaruhi jumlah padatan terlarut didalamnya sehingga kurang disukai oleh panelis. Padatan ubi jalar kukus mempengaruhi terhadap kekentalan yoghurt yang dihasilkan, semakin banyak jumlah padatan terlarut dalam ubi jalar seperti protein, maka yoghurt yang dihasilkan akan semakin kental. Sehingga panelis lebih menyukai kekentalan dari yoghurt ubi jalar ungu dengan perbandingan 1:1.

Warna

Hasil pengujian organoleptik terhadap warna menunjukkan bahwa faktor jenis ubi jalar (A) dan faktor perbandingan ubi jalar kukus dengan air (B) berpengaruh terhadap warna yoghurt campuran ubi jalar, tetapi tidak terjadi interaksi antara faktor (A) dan faktor (B), kemudian di lakukan uji lanjut Duncan seperti terlihat Tabel 9 dan Tabel 10

Tabel 9. Perlakuan Jenis Ubi Jalar (A) terhadap Warna Yoghurt Campuran Ubi Jalar

Jenis Ubi Jalar (A)	Nilai rata-rata
a ₁ (ubi jalar kuning)	4,6875 ^a
a ₂ (ubi jalar ungu)	5,2583 ^b

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji jarak berganda Duncan.

Tabel 9 memperlihatkan bahwa perlakuan ubi jalar kuning (a₁) berbeda nyata dengan ubi jalar ungu (a₂). Hal ini disebabkan karena panelis lebih menyukai warna ungu dibandingkan dengan warna kuning, secara subjektif warna yoghurt ubi jalar ungu lebih menarik dibandingkan warna yoghurt ubi jalar kuning. Warna yoghurt ubi jalar ungu setelah fermentasi berubah menjadi merah muda.

Warna alami yang terdapat pada ubi jalar ungu yaitu antosianin, tokofenol, dan beta karoten dengan kandungan tertinggi antosianin sekitar 519 mg/100 g berat basah lebih tinggi

daripada ubi jalar jenis lain seperti ubi jalar kuning, pigmen alami dimanfaatkan sebagai pewarna dan antioksidan (Pratiwi, 2004).

Antosianin dibentuk dari proses esterifikasi antara antosianidin dengan monosakarida. Pigmen warna antosianin pada ubi jalar ungu lebih stabil bila dibandingkan antosianin yang berasal dari sumber lain seperti kubis merah, elderberries, blueberries dan jagung merah sehingga dapat diolah menjadi salah satu ekstrak pewarna alami untuk makanan (Pratiwi, 2004). Pigmen warna ubi jalar kuning berasal dari karotenoid yang merupakan kelompok pigmen berwarna kuning sehingga yoghurt yang dihasilkan berwarna kuning pudar, karotenoid umumnya tidak stabil dengan adanya panas dan oksigen dan kurang diminati oleh panelis.

Tabel 10. Perlakuan Perbandingan Ubi Jalar Kukus dengan Air (B) terhadap Warna Yoghurt Campuran Ubi Jalar

Perbandingan Ubi Jalar Kukus dengan Air (B)	Nilai rata-rata
b ₁ (1:1)	5,3083 ^b
b ₂ (1:2)	5,1583 ^b
b ₃ (1:3)	5,2667 ^b
b ₄ (1:4)	4,1583 ^a

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji jarak berganda Duncan.

Tabel 10 memperlihatkan bahwa perbandingan ubi jalar kukus dengan air (B) dengan perbandingan b₄ (1:4) berbeda nyata dengan b₁ (1:1), b₂ (1:2), dan b₃ (1:3), tetapi b₁ (1:1), b₂ (1:2), dan b₃ (1:3) tidak berbeda nyata. Hal ini disebabkan warna yoghurt campuran ubi jalar dipengaruhi oleh proses fermentasi dan pigmen warna dalam ubi jalar, penggunaan air yang terlalu banyak perbandingan b₄ (1:4) akan mempengaruhi warna yang dihasilkan, warna menjadi kurang menarik.

Rasa

Hasil perhitungan statistik anava terhadap rasa menunjukkan bahwa terjadi interaksi antara faktor jenis ubi jalar (A) dan perbandingan ubi jalar kukus dengan air (B) terhadap rasa yoghurt campuran ubi jalar, kemudian di lakukan uji lanjut Duncan seperti terlihat Tabel 11.

Tabel 11. Interaksi Perlakuan Jenis Ubi Jalar (A) dan Perbandingan Ubi Jalar Kukus dengan Air (B) Terhadap Rasa Yoghurt Campuran Ubi Jalar.

Jenis Ubi Jalar (A)	Perbandingan Ubi Jalar Kukus dengan Air (B)			
	b ₁ (1:1)	b ₂ (1:2)	b ₃ (1:3)	b ₄ (1:4)
a ₁ (ubi jalar kuning)	a 3,4000 A	b 3,8333 B	a 3,4333 A	c 4,0833 B
a ₂ (ubi jalar ungu)	a 3,5000 A	a 3,3500 A	c 4,7667 B	b 3,9167 A

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang berbeda (huruf kecil dibaca horizontal dan huruf besar dibaca vertikal) berbeda nyata pada taraf 5% uji jarak berganda Duncan.

Tabel 11 rasa yoghurt pada perbandingan ubi jalar kukus berbanding air 1:1 (b_1) menunjukkan bahwa ubi jalar kuning (a_1) dan ubi jalar ungu (a_2) tidak berbeda nyata. Pada perbandingan ubi jalar kukus berbanding air 1:2 (b_2), 1:3 (b_3), dan 1:4 (b_4) menunjukkan bahwa ubi jalar kuning (a_1) dan ubi jalar ungu (a_2) berbeda nyata. Hal ini disebabkan rasa yang ditimbulkan diantaranya dipengaruhi oleh jumlah penggunaan air yang ditambahkan. Rasa sangat dipengaruhi oleh asam laktat dan komponen flavor yang terbentuk selama fermentasi (Tamime dan Robinson, 2003).

Kandungan protein pada ubi jalar ungu lebih tinggi (1,8%) dibandingkan ubi jalar kuning (1,1%), dimana selama proses fermentasi terjadi kenaikan jumlah protein terlarut yang dapat membantu pembentukan rasa dan flavor pada yoghurt.

Rasa dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu senyawa kimia, suhu dan interaksi dengan komponen rasa yang lain (Winarno, 2008). Rasa yoghurt yang lebih disukai adalah yoghurt dari ubi jalar ungu kukus dengan perbandingan ubi jalar kukus berbanding air 1:3.

Beberapa faktor yang mempengaruhi keasaman dalam mulut antara lain sifat gugus asam, pH, keasaman yang tertitrasi, dan keberadaan senyawa lain, terutama gula. Rasa asam pada yoghurt merupakan indikasi perkembangbiakan dari pencampuran bakteri yang berjalan baik dan cepat dan menunjukkan bahwa adanya asam laktat yang telah terbentuk sebagai hasil kerja bakteri asam laktat (Ginting dan Elsegustri, 2005). Rasa yoghurt yang lebih disukai adalah yoghurt dari ubi jalar ungu kukus dengan perbandingan ubi jalar kukus berbanding air 1:3.

Penentuan Perlakuan Terpilih

Perlakuan yang paling disukai adalah a_2b_3 (ubi jalar ungu dengan perbandingan ubi jalar kukus berbanding air 1:3) dilihat dari aroma, warna, dan rasa. Kemudian dilakukan analisis bahan baku. Analisis bahan baku ini bertujuan untuk mengetahui kandungan gizi yang terdapat dalam ubi jalar ungu kukus

Tabel 12. Hasil Analisis Kimia Terhadap Bahan Baku Ubi Jalar Ungu Kukus

No.	Analisis Kimia	Hasil (%)
1	Gula Monosakarida	9,3550
2	Kadar Serat	5,5000
3	Kadar Air	63,8000

Kadar air diukur untuk mengetahui berat air atau berat pati kering yang terkandung dalam bahan. Air merupakan komponen yang penting dalam bahan makanan, karena air dapat mempengaruhi penampakan dan tekstur. Kandungan air dalam bahan makanan ikut membentuk *acceptability*, kesegaran dan daya tahan bahan tersebut. Kadar air ubi jalar mentah menurut Juanda dan Cahyono (2010) sebesar 68,50% dan setelah dikukus kadar air dalam penelitian ini mencapai 63,8 %. Penurunan kadar air dari 68,50% kadar air ubi mentah menjadi 63,8 % kadar air ubi jalar kukus, disebabkan kandungan air dalam bahan selama proses pengolahan dengan adanya panas molekul air akan menurun dan ikatan hidrogen putus dan molekul air akan menguap dari permukaan menjadi gas, dalam keadaan

uap molekul-molekul air kurang lebih menjadi bebas satu sama lainnya, dan air yang secara fisik terikat dalam jaringan matriks bahan seperti membran, kapiler, dan serat akan melepaskan diri (Winarno, 2008). Sementara kandungan kimia bahan akan mengalami perubahan menjadi lebih sederhana karena adanya panas, seperti proses pengukusan.

Berdasarkan hasil analisis kandungan gula monosakarida sebesar 9,3550% diduga dapat dijadikan substrat tambahan bagi pertumbuhan bakteri asam laktat disamping laktosa didalam susu.

Hasil analisis kadar serat ubi jalar kukus sebesar 5,5%, kadar serat yang terkandung pada ubi jalar kukus berhubungan dengan indeks glikemik, Indeks Glikemik (IG) makanan adalah angka yang diberikan kepada makanan tertentu yang menunjukkan seberapa tinggi makanan tersebut meningkatkan gula darah setelah di konsumsi. Angka yang digunakan adalah 0-100. Makanan yang memiliki IG yang tinggi berarti makanan tersebut akan meninggikan gula darah dalam waktu yang lebih cepat, lebih fluktuatif, dari makanan yang memiliki IG yang rendah. Ubi jalar ungu memiliki indeks glikemik (IG) yang rendah sehingga baik untuk penderita diabetes.

Berdasarkan penelitian Marsono (2002), ubi jalar ungu sebagai sumber karbohidrat memiliki indeks glikemik yang rendah (54). Nilai indeks glikemik (IG) lebih kecil dari 55 termasuk kelompok yang rendah, IG 55-70 (sedang), dan lebih dari 70 (IG tinggi) sehingga ubi jalar ungu tergolong indeks glikemik rendah. IG berhubungan dengan efeknya terhadap gula darah. Serat makanyang terdapat dalam ubi jalar juga bersifat prebiotik, merangsang pertumbuhan bakteri yang menguntungkan di dalam usus manusia.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil analisis kimia bahan baku ubi jalar kukus dimana kadar gula monosakarida 9,355 %, kadar serat 5,5 %, dan kadar air 63,8 %.
2. Starter yang digunakan mempunyai jumlah sel bakteri $1,375 \times 10^7$ CFU/ml pada pengenceran ke 5.
3. Pengujian organoleptik menunjukkan bahwa, Aroma, warna dan kekentalan dipengaruhi oleh jenis ubi jalar dan air, sedangkan rasa berinteraksi antara jenis ubi jalar dan perbandingan ubi jalar dengan air
4. Waktu fermentasi yang optimal adalah 4 jam dan ubi jalar ungu dengan perbandingan ubi jalar kukus berbanding air 1:3 dengan kandungan asam laktat 1.06% - 1,125%

Saran Penelitian

Dari hasil evaluasi terhadap penelitian yang telah dilakukan maka beberapa hal perlu disarankan penulis antara lain sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui daya simpan yoghurt campuran ubi jalar selama penyimpanan pada suhu refrigerator dan pada suhu ruang..

2. Perlu dilakukan analisis vitamin A untuk mengetahui kandungan vitamin A pada yoghurt campuran ubi jalar

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC., (1995). Official Method of Analysis. 16th edn. Washington DC: Association of Official Analytical Chemist.
- Agustina, W., dan A. Yusuf, (2010). Karakteristik Produk Yoghurt Susu Nabati Kacang Hijau, Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia. Yogyakarta, ISSN 1693.4393.
- Albaari, AN., dan T.Djoko, (2007). Analisa pH, Keasaman, dan Kadar Laktosa pada Yakult, Yoghurt, dan Kefir.<http://milkordie.blogspot.com/>, diakses 17/11/2010.
- Andersson, H., Asp, Bruce, Roos, Wadstrom, & Wold, (2001). Health Effects Of Probiotics and Prebiotics: A Literature Review On Human Studies. Scand J. Nutr (45): 58-75.
- Almatsier, S., (2001). Prinsip Dasar Ilmu Gizi. Edisi 1, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Cummings, J. H.G., T. Macfarlane, dan H. N. Englyst., (2001). Prebiotic Digestion and Fermentation. Am. J. Clin. Nutr. 73(2) :415S-420S.
- Fardiaz, S., (1992). Mikrobiologi Pangan 1. Edisi ke 1, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Gaspersz, V., (1995). Teknik Analisis dalam Penelitian Percobaan, Jilid I. Penerbit Tarsito, Bandung.
- Guen, M., K. Yasar., OB. Karacaden A.A. Hayaloglu., (2005). The Effect of Inulin as a Fat Replacer on The Quality of Set-Type Low-Fat Yoghurt Manufacture. J. Dairy Tech. 58 (3) : 180-184.
- Hidayat, N., Iria, Wike, (2006). Membuat Minuman Prebiotik dan Probiotik. Edisi 1, Trubus Agrisarana, Surabaya.
- Juanda, D., dan Cahyono., (2010). Budidaya Ubi Jalar. Edisi Terbaru. Trubus Agrisarana, Surabaya...
- Marsono., (2002) didalam Elvina, (2008). Ubi Jalar Kaya Zat Gizi dan Serat.<http://Blogspot.com>, diakses 15/03/2011.
- Murti, T.W., (2006). Yoghurt dan Daya Terima Konsumen. Food Review 1 (8) : 24-26.
- Pratiwi, G., (2004). Formulasi dan Evaluasi Mutu Minuman Suplemen Klorofil dari Daun Kangkung Selama Penyimpanan. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.
- Prayitno, (2006). Kadar Asam Laktat dan Laktosa Yoghurt Hasil Fermentasi Menggunakan Berbagai Rasio Jumlah Sel Bakteri dan Persentase Starter. J. Animal Production. 8 (2) : 131 -136.
- Robinson, R.K., C.A. Batt dan P.D. Patel (ed.), (1999). Encyclopedia of Food Microbiology. 2nd edition Academic Press, New York.
- Silvia, (2002). Pembuatan Yoghurt Kedelai (Soyhurt) dengan menggunakan Kultur Campuran *Bifidobacterium bifidum* dan *Streptococcus thermophilus*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.
- Sihaloho, J.E., (2008). Pengaruh Pembentuk gel (KPG) Cincau Hijau dan Lama Fermentasi Terhadap Sifat Kimia dan Mikrobiologi Yoghurt Sinbiotik. Skripsi : Fakultas Pertanian THP. Universitas Lampung.

- Standar Nasional Indonesia., No.01-2981-2009.Syarat Mutu Yoghurt.Badan Standarisasi Nasional
- Suseno, T.I.P., S. Surjoseputro, dan Anita., (2000). Minuman Probiotik Nira Siwalan: Kajian Lama Penyimpanan terhadap Daya Anti Mikroba *Lactobacillus casei* pada Beberapa Bakteri Patogen. J. Teknologi Pangan dan Gizi. 1 (1): 1-13.
- Tamime. A. Y., dan H. C. Deeth., (1989). Yoghurt: Technology and Biochemistry. J. of Food Protection, London. 43 (12) : 937-977.
- Tamime, A.Y., dan Robinson, (1999). Yoghurt Science and Technology. 2nd edition, Wood head publishing Ltd and CRC press LLC.
- Tamime, A.Y., dan Robinson, (2003). Microbiology of Fermented Milk. In : Robinson, R. K.,(ed). Dairy Microbiology, new edition, Applied Science, Publ, London.
- Tomomatsu, H., (1994). Health Effect of Oligosaccharides. Food Technology. Oct: 61-64.
- Trachoo, N., (2002). Yoghurt: The Fermented Milk. in: Songklanakarin (eds.) Food Science and Technology. J. Sci. Tech. 24 (4) : 727 – 735.
- Triyono, (2010). Mempelajari Pengaruh Maltodekstrin dan Susu Skim Terhadap Karakteristik Yoghurt Kacang Hijau. Seminar Rekayasa dan Proses ISSN Semarang : 1411-4216,
- Tzaneteki, E.L., dan N.Tzaneteks., (1999). Fermented Milk.Departement of Food Science.Faculty of Agriculture.Aristotle University of Thessaloniki, Greece.
- Water, J.V., Nalyanet., (2008). Yohgurt and Imunnity The Health Benefits of Fermented Functional Foods. In: Mazza G (ed) *Handbook of Fermented Functional Foods*. CRC press : Boca Raton, pp : 129-131.
- Winarno, F.G., (2008). Kimia Pangan dan Gizi . Edisi terbaru, PT. Gramedia Pustaka Umum. Jakarta.
- Winarno, F.G., W. Winaryo, dan W. Widjajanto., (2003). Flora Usus dan Yoghurt. Cetakan Satu. M-Brio Press: Bogor.
- Wahyudi, A., dan Samsundari., (2008). Bugar dengan Susu Fermentasi.Edisi 1, UMM Press, Malang.
- Widowati, S., dan Misgiyarta., (2003). Efektivitas Bakteri Asam Laktat Dalam Pembuatan Produk Fermentasi Berbasis Protein atau Susu Nabati.Prosiding seminar hasil pertanian rintisan dan bioteknologi tanaman.Hal : 360-372.

T4-MG 48**AKTIVITAS ANTIBAKTERI DAN EVALUASI PENGARUH MINUMAN SINBIOTIK EKSTRAK CINCAU DENGAN PENAMBAHAN SARI BUAH TERHADAP KUALITAS MIKROFLORA PENCERNAAN**

Fibra Nurainy*, Samsul Rizal*, Suharyono A.S.*

*Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Lampung
Jl. Sumantri Brojonegoro 1, Bandar Lampung

*Email: fibranurainy@gmail.com

ABSTRACT

The extract of Green Cincau owns potency as a source of prebiotic dietary fiber therefore supports the growth of lactic acid bacteria. In order to improve the flavor and aroma of produced synbiotic beverages, then guava juice and pineapple juice were added. The research has purpose to test the antibacterial activity, and evaluate the influence of extract green cincau synbiotic beverages with the addition of guava and pineapple juice on the quality of intestinal microflora. The research outcome shows that green cincau extract synbiotic beverages possess antibacterial activity against S. aureus, E. coli, B. cereus and Salmonella sp, either with addition of guava juice or pineapple juice. Diameter of inhibition against test bacteria for extract green cincau synbiotic beverages with addition of pineapple juice are 9.94mm; 11.08 mm; 17.25 mm and 18.36 mm respectively, while the diameter of the inhibition synbiotic beverages with the addition of guava juice are 9.83 mm; 14.44; 18.44 mm and 21.50 mm respectively. The produced beverage is able to enhance the quality of the micro flora of experiment mice that is to increase the total amount of lactic acid bacteria (LAB) and reduce the amount of total coliform.

Keywords: antibacterial, cincau, guava, pineapple, quality of intestinal microflora.

ABSTRAK

Ekstrak cincau hijau memiliki potensi sebagai sumber serat pangan yang bersifat prebiotik sehingga menunjang pertumbuhan bakteri asam laktat. Untuk meningkatkan citarasa dan aroma pada minuman sinbiotik yang dihasilkan dilakukan penambahan sari buah jambu biji dan sari buah nanas. Penelitian ini bertujuan untuk menguji aktivitas antibakteri, dan mengevaluasi pengaruh minuman sinbiotik ekstrak cincau hijau dengan penambahan sari buah jambu biji dan nanas terhadap kualitas mikroflora pencernaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa minuman sinbiotik ekstrak cincau hijau baik dengan penambahan sari buah jambu maupun sari buah nanas, memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri S. aureus, E.coli, B. cereus dan Salmonella sp. Diameter penghambatan terhadap bakteri uji untuk minuman sinbiotik ekstrak cincau hijau dengan penambahan sari buah nanas masing-masing sebesar 9,94mm; 11,08 mm; 17,25 mm dan 18,36 mm, sedangkan diameter penghambatan minuman sinbiotik dengan penambahan sari buah jambu biji masing-masing adalah sebesar 9,83 mm; 14,44; 18,44 mm dan 21,50 mm. Minuman yang dihasilkan juga mampu memperbaiki kualitas mikroflora mencit percobaan, yaitu meningkatkan jumlah total bakteri asam laktat (bal) dan menurunkan jumlah total koliform.

Kata kunci : antibakteri, cincau, jambu biji, nanas, kualitas mikroflora pencernaan

PENDAHULUAN

Pangan fungsional adalah makanan atau minuman yang dikonsumsi sebagai bagian dari makanan sehari-hari dan mempunyai fungsi dalam peningkatan kesehatan tubuh. Salah satu pangan fungsional yang dapat menjaga kesehatan tubuh adalah minuman sinbiotik. Sinbiotik adalah campuran prebiotik (komponen yang dapat menjadi substrat bakteri yang menguntungkan) dan probiotik (bakteri hidup yang memiliki efek menguntungkan) yang memberikan pengaruh kesehatan. Mekanisme penting dari pengaruh sinbiotik adalah pengaruhnya terhadap mikroflora pencernaan (Collins dan Gibson, 1999), bakteri asam laktat yang terkandung di dalam produk dapat bertahan hidup hingga saluran pencernaan dan dapat menekan bakteri penyebab diare diantaranya Koliform, *E. coli*, dan *Salmonella*. Oleh karena itu, pengembangan produk sinbiotik dengan bahan baku lokal seperti cincau hijau merupakan langkah strategis yang diharapkan dapat meningkatkan nilai ekonomis bahan baku tersebut, sekaligus meningkatkan status kesehatan masyarakat.

Ekstrak daun cincau hijau mengandung pektin hingga 40% (Nurdin, 2005). Pektin termasuk jenis serat pangan larut air yang dapat difermentasi dengan baik oleh mikroflora usus besar (Gallaher, 2000; Dongowski, *et al.*, 2000). Penelitian yang dilakukan Nurainy dan Nurdin (2007) merupakan penelitian awal yang berusaha menemukan bakteri probiotik yang mampu memfermentasi ekstrak cincau hijau serta konsentrasi ekstrak cincau hijau yang optimal untuk bakteri tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertumbuhan *L. casei* pada konsentrasi ekstrak cincau 0,5% menghasilkan minuman sinbiotik terbaik dibandingkan dengan probiotik lain pada semua konsentrasi ekstrak cincau yang dicobakan (0% - 1%). Hasil penelitian Suharyono, *et al.*, (2011) diketahui bahwa minuman sinbiotik dapat diproduksi dari ekstrak cincau hijau dan memiliki kemampuan menekan pertumbuhan bakteri-bakteri patogen penyebab diare seperti *E. Coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, dan *Salmonella sp.*

Dalam penelitian ini dilakukan penambahan sari buah nanas dan jambu biji merah pada minuman sinbiotik ekstrak cincau hijau. Penambahan sari buah dilakukan untuk meningkatkan cita rasa dan aroma minuman yang dihasilkan. Untuk mengetahui efek dari pemanfaatan minuman sinbiotik ini perlu dilakukan pengujian anti bakteri penyebab diare dan mengevaluasi mikroflora pencernaan..

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat yang digunakan

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah daun cincau dari tanaman cincau pohon (*Premna oblongifolia* Merr) yang dipetik mulai dari daun ke 5 ke arah pangkal yang diperoleh dari Daerah Way Halim, Bandar Lampung. Buah nanas (*Ananas comosus*) dan jambu biji (*Psidium guajava* L) dengan tingkat kematangan mature yang diperoleh dari pasar tradisional.

Inokulum kultur murni *Lactobacillus casei* FNCC 0900 diperoleh dari PAU Universitas Gadjah Mada. Isolat bakteri patogen *E. Coli*, *S. Aureus*, *B. Cereus* dan *Salmonella* tiphy diperoleh dari Balai Laboratorium Kesehatan Daerah BandarLampung.

Mencit (*Mus musculus* L.) diperoleh dari BPPV (Balai Penyidik dan Pengujian Veteriner) Regional III Bandar Lampung. Ransum mencit berupa pelet diperoleh dari CV. Sanusi Taufik Bandar Lampung

Susu skim, sukrosa dan asam sitrat diperoleh dari Supermarket. Bahan analisis yang digunakan adalah medium *Nutrien Agar* (NA), medium *Nutrient Broth* (NB), akuades steril, metanol, glukosa dan bahan analisis lainnya.

Peralatan yang digunakan antara lain timbangan analitik dua digit (Mettler PJ 3000), laminary flow (merk Esco), oven (Heraeus dan Philips Harris Ltd), blender (Sharp), inkubator (Mettler), pH meter (Hanna Instruments 8424), autoclave (Wise Calve, Daihan Scientific), colony counter (Stuart Scientific), mikropipet (Thermo Scientific) dan seperangkat alat gelas.

METODE PENELITIAN

Pelaksanaan Penelitian

1. Proses ekstraksi ekstrak daun cincau hijau

Ekstraksi ekstrak daun cincau melalui 2 tahap sebagai berikut:

a. Pembuatan tepung daun cincau

Pembuatan tepung daun cincau dilakukan dengan menggunakan metode Nurdin dkk. (2004) yang dimodifikasi. Daun cincau yang telah dibersihkan kemudian dipotong ukuran ± 3 cm x 1,5 cm dan tangkainya dibuang, dioven pada suhu 50° C selama sekitar 24 jam, kemudian dihancurkan dengan menggunakan blender hingga menjadi serbuk.

b. Proses ekstraksi tepung daun cincau

Sebanyak 25 g tepung daun cincau pohon dicampurkan dengan air panas (suhu $\pm 100^\circ$ C) sebanyak 500 ml. Air yang akan digunakan sebelumnya ditambahkan asam sitrat 0,1 (b/v). Kemudian dilakukan pencampuran dengan stirrer dengan kecepatan penuh selama 15 menit untuk membantu proses ekstraksi. Setelah itu campuran tersebut disaring dengan menggunakan kain saring sambil dilakukan peremasan hingga diperoleh cairan kental ekstrak daun cincau. Ekstrak yang dihasilkan selanjutnya dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 48 jam.

2. Proses persiapan starter

Persiapan starter dilakukan dengan memodifikasi metode Rizal dkk. (2006), yaitu kultur bakteri yang akan digunakan (*Lactobacillus Casei*) masing-masing seluruhnya dipindahkan ke tabung reaksi berisi media MRS Broth steril. Dari MRS Broth steril sebanyak 1 sampai 2 ose ditumbuhkan ke dalam susu skim 5 persen (b/v) yang telah disterilasi pada suhu 121 °C selama 15 menit dan diinkubasi selama dua hari pada suhu 37 °C. Kultur ini disebut kultur induk. Selanjutnya dari kultur induk diinokulasikan ke media yang sama yaitu sebanyak 4 persen (v/v) (yang dimodifikasi) selama 48 jam pada suhu 37 °C sehingga dihasilkan kultur antara. Kemudian kultur antara diinokulasikan sebanyak 4 persen (v/v)

(yang dimodifikasi) ke dalam media yang sama dengan penambahan sukrosa 3 persen (b/v) untuk mendapatkan kultur kerja. Pada proses pembuatan minuman sinbiotik, kultur kerja sebanyak 4 persen (v/v) akan digunakan sebagai starter atau inokulum.

3. Pembuatan Sari Buah Nanas dan Jambu biji merah Biji

Buah nanas mula-mula dikupas kulitnya dan dibersihkan mata nanasnya lalu dicuci. Setelah itu daging buah nanas diblanching pada suhu 76°C selama 5 menit. Dilakukan penghancuran dengan diparut selama 40 detik, kemudian dilakukan penyaringan sehingga diperoleh sari buah nanas.

Buah jambu biji merah biji mula-mula dikupas kulitnya lalu dicuci. Setelah itu daging buah jambu biji merah biji diblanching pada suhu 76°C selama 5 menit. Dilakukan penghancuran dengan diparut, ditambahkan air dengan perbandingan 1:1, kemudian dilakukan penyaringan sehingga diperoleh sari buah jambu biji merah biji.

4. Pembuatan minuman sinbiotik ekstrak daun cincau hijau dengan dikombinasikan dengan sari buah nanas atau sari buah jambu biji merah biji

Proses pembuatan minuman sinbiotik dari ekstrak cincau hijau dengan penambahan nanas dan jambu biji merah biji diterapkan dengan menggunakan metode yang telah dilakukan pada penelitian sebelumnya (Suharyono et.al., 2012).

Sebanyak 2% (b/v) susu skim dan 2 % (b/v) glukosa, ditambah ekstrak cincau hijau sebanyak 0,5% (b/v), dilakukan penambahan sari buah jambu biji merah biji atau sari buah nanas ke dalam masing-masing fermentor dengan konsentrasi 15 (b/v), selanjutnya dilakukan penambahan aquades hingga volumenya menjadi 115,2 ml kemudian campuran ini diaduk hingga rata menggunakan spatula kaca selama 30 detik, kemudian dipasteurisasi 76 °C selama 15 menit, selanjutnya didinginkan hingga suhu 37 °C. Kultur kerja *Lactobacillus casei* diinokulasi sebanyak 4% (v/v) dan diinkubasi dalam inkubator pada suhu 37 °C selama 48 jam.

Pengamatan yang dilakukan :

1. Pengujian aktivitas antibakteri.

Pengujian aktivitas antibakteri menggunakan metode difusi sumur (Murhadi, 2002). Pengujian aktivitas antibakteri dilakukan dengan prosedur berikut (Gariga et al., 1983; Murhadi, 2009a). Kultur bakteri yang murni dari media broth dipindahkan ke dalam tabung yang berisi medium cair steril NB seperti yang telah dibuat sebelumnya secara aseptis, diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C dan dihomogenkan dengan vorteks. Kultur tersebut diinokulasikan sebanyak 40µL ke dalam erlenmeyer yang telah berisi 60mL medium Natrium Agar (NA) steril dengan suhu 44-45°, dihomogenisasi lalu dituang ke dalam empat cawan petri steril secara merata dan dibiarkan hingga membeku. Selanjutnya dibuat empat lubang (sumur) dalam setiap cawan secara aseptis dengan diameter yang seragam 6 mm dan dimasukkan 60µL produk minuman sinbiotik cincau hijau yang sudah diberi penambahan sari buah nanas dan jambu biji masing-masing dan sebagai pembanding

diinokulasikan sebanyak 60µL minuman sinbiotik cincau hijau tanpa penambahan sari buah ke dalam sumur uji lain pada cawan yang berbeda. Sumur uji diinkubasi selama 48jam pada suhu 37°C untuk diukur zona penghambatannya.

2. Evaluasi pengaruh minuman sinbiotik terhadap kualitas mikroflora pencernaan mencit percobaan (pengujian secara in vivo)

Pada tahap ini pengujian dimaksudkan untuk mengetahui apakah konsumsi minuman sinbiotik antioksidan dari ekstrak cincau dapat memperbaiki mikroflora saluran pencernaan dan status antioksidan mencit percobaan. Untuk mengetahui kemampuan minuman sinbiotik antioksidan tersebut maka dibandingkan dengan kondisi mikroflora saluran pencernaan mencit yang hanya diberi minum air biasa,, dan mencit percobaan yang diberi minuman sinbiotik ekstrak cincau dengan penambahan sari buah.

Analisa Data

Data yang diperoleh dari hasil pengujian aktivitas antibakteri maupun evaluasi pengaruh minuman sinbiotik terhadap kualitas mikroflora pencernaan dianalisa secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

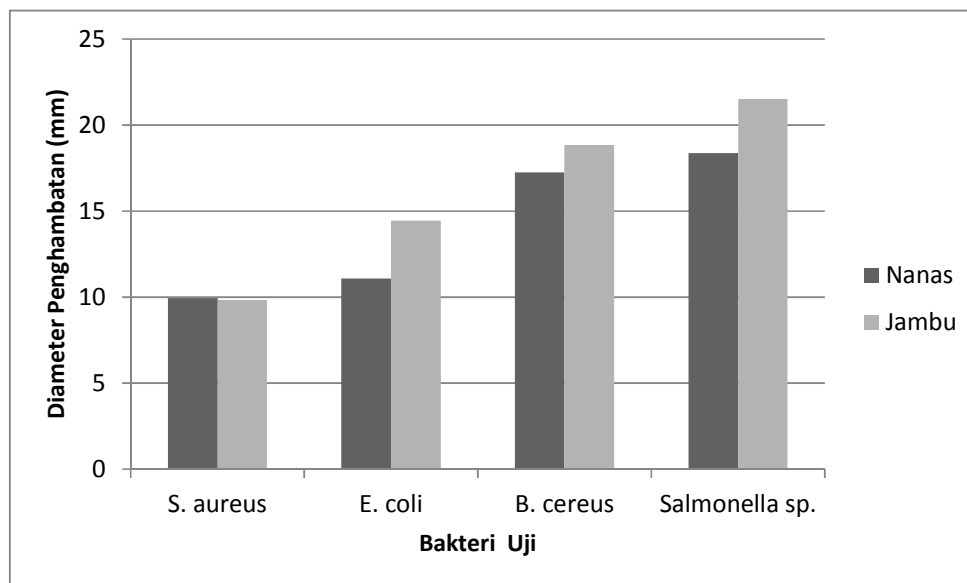
1. Aktivitas antimikroba

Pengujian aktivitas antimikroba minuman sinbiotik ekstrak cincau hijau yang diberi penambahan sari buah jambu biji merah atau sari buah nanas dilakukan terhadap empat jenis bakteri uji yang berbeda meliputi *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, dan *Salmonella sp.*

Pengujian aktivitas antimikroba minuman sinbiotik dilakukan pada minuman sinbiotik ekstrak cincau hijau yang baru diproduksi sebelum dilakukan penyimpanan. Pengujian aktivitas antimikroba dilakukan dengan menggunakan metode difusi sumur. Pada metode difusi sumur ini sampel minuman sinbiotik dimasukkan ke dalam sumur agar yang sudah diberi pemupukan bakteri uji. Adanya aktivitas antimikroba minuman sinbiotik ekstrak cincau hijau ditunjukkan dengan terbentuknya zona bening di sekitar sumur setelah media agar diinkubasi pada suhu dan lama yang telah ditentukan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa minuman sinbiotik dari ekstrak cincau hijau baik dengan penambahan sari buah nanas maupun sari buah jambu biji merah memiliki sifat antimikroba yang ditunjukkan dengan adanya diameter penghambatan yang bervariasi untuk masing-masing bakteri uji yang digunakan. Adanya zona hambat menunjukkan kemampuan minuman sinbiotik ekstrak cincau hijau untuk menghambat pertumbuhan bakteri uji. Semakin lebar areal zona hambat maka semakin besar ukuran diameter hambatnya yang berarti semakin besar aktivitas antimikrobanya. Untuk minuman sinbiotik dengan penambahan sari buah nanas, mempunyai aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus* dan *Salmonella sp.* dengan diameter penghambatan masing-masing sebesar 9,94 mm, 11,08mm, 17,25mm, dan 18,36mm, sedangkan minuman sinbiotik dengan penambahan sari buah jambu biji merah

biji memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus* dan *Salmonella sp.* dengan diameter penghambatan masing-masing sebesar 9,83mm, 14,44mm, 18,44mm dan 21,50mm (Gambar 1)



Gambar 1. Diameter penghambatan dari aktivitas antimikroba minuman sinbiotik ekstrak cincau hijau yang diberi sari buah terhadap bakteri uji

Dari data tersebut diketahui bahwa bakteri *Salmonella, sp.* paling sensitif terhadap aktivitas antimikroba minuman sinbiotik ekstrak cincau hijau, diikuti dengan *Bacillus cereus*, *Escheria coli* dan *Staphylococcus aureus* baik untuk minuman sinbiotik ekstrak cincau hijau dengan penambahan sari buah nanas maupun sari buah jambu biji merah. *Salmonella* adalah bakteri Gram negatif yang hanya 5-20% dari dinding selnya terdiri dari lapisan peptidoglikan, berbeda dengan bakteri gram positif yang memiliki 90% dari dinding selnya terdiri dari lapisan peptidoglikan (Fardiaz, 1987). Diduga karena *Salmonella* adalah bakteri gram negatif dengan struktur dinding sel yang lebih sedikit kandungan peptidoglikannya yang menyebabkan lebih sensitif terhadap aktivitas antimikroba. Hal ini berbeda dengan *Bacillus cereus* dan *Staphylococcus aureus* yang merupakan bakteri Gram positif.

Dibandingkan dengan bakteri uji lainnya, bakteri *Staphylococcus aureus* adalah yang paling rendah diameter penghambatannya. Ini berarti *S. aureus* lebih tahan terhadap aktivitas antimikroba minuman sinbiotik cincau hijau. *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri berbentuk kokus dan Gram positif. Diduga disebabkan struktur morfologinya *Staphylococcus aureus* lebih tahan terhadap senyawa antimikroba dari minuman sinbiotik cincau hijau. Menurut Volk dan Wheeler (1993), dinding sel organisme Gram positif cukup tebal (20-80 nm) yang terdiri dari 60 sampai 100 persen peptidoglikan sedangkan bakteri Gram negatif hanya sampai 10 sampai 20 persen. Peptidoglikan merupakan senyawa makromolekul yang sangat besar tersusun atas N-asetil glukosamin dan N-asetil muramat.

Pada setiap N-asetil muramat dikaitkan dengan tetrapeptida yang terdiri atas empat asam amino untuk menambah kekutan jembatan molekul asam amino. Peptidoglikan berfungsi melindungi sel dari lisis osmotik dan membuat dinding sel menjadi kaku dengan demikian ketahanan sel meningkat.

Profil aktivitas antimikroba minuman sinbiotik cincau hijau terhadap keempat jenis bakteri uji ini memiliki kesamaan dengan hasil penelitian Amelia (2010) yang menguji aktivitas antimikroba minuman sinbiotik cincau hijau tanpa penambahan larutan sukrosa 65% (b/v) terhadap empat jenis bakteri yang sama. Pada penelitian tersebut minuman sinbiotik cincau hijau memiliki aktivitas antibakteri terhadap *S. Aureus*, *Salmonella sp*, *E. Coli* dan *B. Cereus* masing-masing dengan diameter penghambatan sebesar 9,50mm; 22,67 mm; 10,11 mm dan 19,33 mm.

Aktivitas antimikroba minuman sinbiotik ekstrak cincau hijau dengan penambahan sari buah nanas maupun jambu biji merah dipengaruhi beberapa faktor antara lain adanya senyawa asam-asam organik yang terbentuk selama proses fermentasi terutama asam laktat. Asam laktat adalah asam organik utama yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat selama proses fermentasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa minuman sinbiotik ekstrak cincau hijau yang diberi sari buah nanas memiliki kandungan total asam laktat 3,75 dan pH sebesar 3,53, sedangkan yang diberi penambahan sari buah jambu biji memiliki nilai pH sebesar 3,84 dengan nilai pH 3,50 (Tabel 1). *Lactobacillus casei* termasuk golongan fakultatif heterofermentative yaitu hampir semua glukosa dikonversi menjadi asam laktat melalui jalur Embden-Meyerhof dan pentosa digunakan untuk mempengaruhi phosphohexokinase untuk memproduksi asam laktat dan asam asetat (Axelsson, 1993).

Tabel 1. Nilai pH dan total asam minuman sinbiotik ekstrak cincau hijau dengan penambahan sari buah nanas dan sari buah jambu biji merah

Produk	pH	Total Asam (%)
Minuman sinbiotik cincau hijau + sari buah nanas	3,75	0,53
Minuman silbiotik cincau hijau + sari buah jambu biji merah	3,84	0,5

Hasil penelitian menunjukkan total asam minuman sinbiotik cincau hijau dengan penambahan sari buah nanas sebesar 0,53%, sedangkan dengan penambahan sari buah jambu biji sebesar 0,5%. Hasil ini hampir sama dengan rata-rata total asam laktat yang dihasilkan dari minuman sinbiotik cincau hijau dari penelitian Syah (2013). Total asam laktat minuman sinbiotik cincau hijau sari buah nanas berkisar antara 0,38-0,68% dan sari buah nanas berkisar antara 0,40-0,69% (Syah, 2013). Dengan meningkatnya jumlah asam maka keasaman minuman sinbiotik cincau hijau dengan penambahan sari buah jambu biji dan sari buah nanas akan meningkat dan menyebabkan terjadinya penurunan pH lingkungan tumbuhnya. Keadaan asam dan pH yang rendah ini merupakan salah satu faktor yang

menyebabkan minuman sinbiotik cincau hijau ini mampu menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap bakteri uji.

Selain karena asam laktat yang diperoleh selama proses fermentasi, aktivitas antimikroba minuman sinbiotik ekstrak cincau hijau dengan penambahan sari buah, juga dapat disebabkan oleh kontribusi asam-asam organik yang terdapat pada sari buah yang ditambahkan. Baik jambu biji maupun nanas keduanya memiliki kemampuan antibakteri. Jambu biji memiliki kemampuan sebagai antibakteri seperti yang ditunjukkan dalam penelitian Malaviya dan Mishra (2011). Dalam penelitian tersebut jambu biji yang diekstrak dengan air mempunyai kemampuan antibakteri terhadap *B. subtilis*, *S. aureus* dan *E. coli* dengan diameter penghambatan sebesar 0,4 cm, 1,1 cm dan 1,0 cm. Demikian juga pada sari buah nanas, seperti yang ditunjukkan dalam penelitian Bancode dan Chavan (2011), sari buah nanas dengan konsentrasi 100 % memiliki aktivitas antibakteri terhadap *E. coli* dan *Salmonella sp*, dengan diameter penghambatan masing-masing sebesar 6mm dan 4 mm.

Gambar 1 juga memperlihatkan perbandingan diameter penghambatan minuman sinbiotik ekstrak cincau hijau yang diberi penambahan sari buah nanas dan sari buah jambu biji merah terhadap bakteri uji. Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa pada semua bakteri uji yang digunakan, yaitu *Eschericia coli*, *Bacillus cereus*, dan *Salmonella sp*, kecuali *Staphylococcus aureus*, minuman sinbiotik ekstrak cincau hijau dengan penambahan sari buah jambu biji merah menunjukkan aktivitas antimikroba yang lebih baik dibandingkan minuman sinbiotik ekstrak cincau hijau dengan penambahan sari buah nanaas yang ditunjukkan dengan diameter penghambatan yang lebih besar.

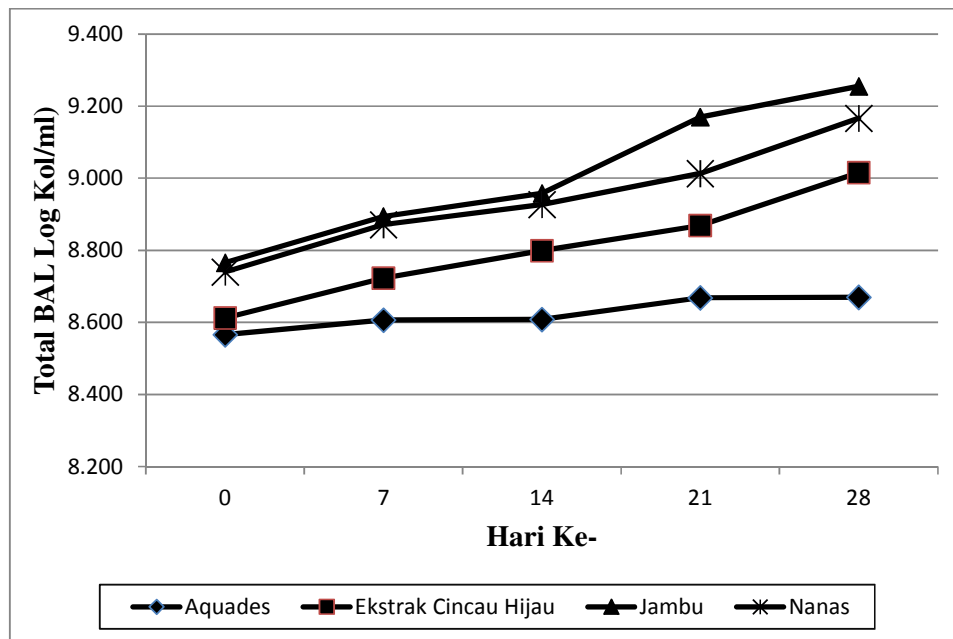
2. Pengaruh minuman sinbiotik terhadap kualitas mikroflora pencernaan

a. Total bakteri asam laktat

Pengujian tahap kedua adalah pengujian pengaruh minuman sinbiotik cincau hijau dengan penambahan sari buah jambu biji dan sari buah nanas terhadap kualitas mikroflora pencernaan. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah konsumsi minuman sinbiotik antioksidan dari ekstrak cincau yang telah diberi penambahan sari buah dapat memperbaiki mikroflora saluran pencernaan mencit. Untuk mengetahui kemampuan minuman sinbiotik ekstrak cincau hijau yang diberi penambahan sari buah jambu biji dan yang diberi penambahan sari buah nanas terhadap mikroflora saluran pencernaan mencit maka akan dibandingkan dengan kondisi mikroflora saluran pencernaan mencit yang hanya diberi minum air biasa dan mencit percobaan yang diberi minuman sinbiotik ekstrak cincau hijau tanpa penambahan sari buah. Kondisi mikroflora saluran pencernaan mencit dievaluasi dengan menghitung total bakteri asam laktat dan total koliform pada feses mencit.

Hasil penelitian pengujian pengaruh minuman sinbiotik antioksidan cincau hijau dengan penambahan sari buah jambu biji dan sari buah nanas, ekstrak cincau hijau tanpa sari buah, serta akuades terhadap total bakteri asam laktat digesta saluran pencernaan mencit percobaan dapat dilihat pada Gambar 2. Log total bakteri asam laktat digesta mencit mengalami kenaikan setelah mencit diberi minuman sinbiotik ekstrak cincau hijau, baik yang

diberi penambahan sari buah maupun tanpa sari buah, sedangkan yang diberi perlakuan akuades tidak mengalami perubahan total bakteri asam laktat yang signifikan.

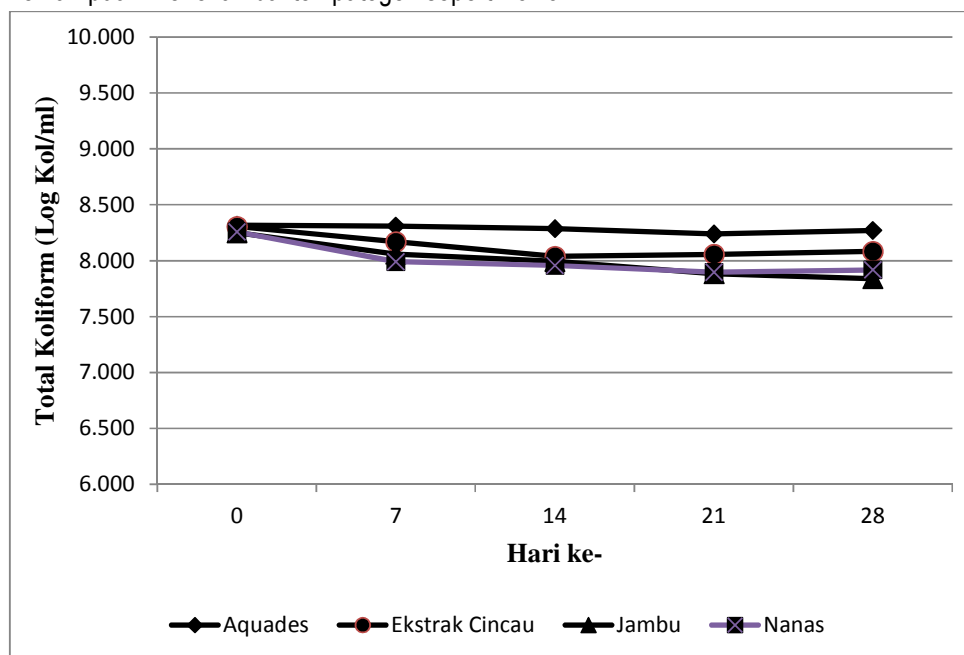


Gambar 2. Pengaruh minuman sinbiotik cincau hijau dengan penambahan sari buah jambu biji dan sari buah nanas terhadap total bakteri asam laktat feses mencit percobaan.

Pada Gambar 2 terlihat bahwa pemberian minuman sinbiotik antioksidan cincau hijau dengan penambahan sari buah nanas setiap hari mampu meningkatkan jumlah bakteri asam laktat pada digesta saluran pencernaan mencit, dari 8,74 log koloni/ml pada hari ke-0 menjadi 8,871 log koloni/ml, 8,927 log koloni/ml, 9,013 log koloni/ml, dan 9,167 berturut-turut pada hari ke-7, ke-14, ke-21 dan hari ke-28. Hasil ini sedikit lebih rendah dibandingkan dengan data total bakteri asam laktat digesta mencit yang diberi perlakuan minuman sinbiotik dengan penambahan sari buah jambu biji. Total bakteri asam laktat digesta mencit yang diberi minuman sinbiotik cincau hijau dengan penambahan sari buah jambu biji berturut-turut 8,766, 8,894, 8,958, 9,17, dan 9,255 log koloni/ml pada hari ke-0, ke-7, ke-14, ke-21, dan hari ke-28. Hasil ini berbeda jika dibandingkan dengan digesta mencit yang diberi perlakuan akuades yang menunjukkan total bakteri asam laktat yang relatif sama baik pada hari ke-0, ke-7 sampai dengan ke-28. Hal ini menunjukkan bahwa pertambahan jumlah bakteri asam laktat dalam digesta mencit disebabkan oleh kandungan bakteri asam laktat dalam minuman sinbiotik. Konsumsi minuman sinbiotik yang mengandung bakteri asam laktat hidup setiap hari menyebabkan akumulasi jumlah bakteri asam laktat dalam saluran pencernaan mencit, sehingga pada setiap 7 hari pengamatan total bakteri asam laktat terjadi peningkatan.

b. Total koliform

Selain total bakteri asam laktat, kualitas mikroflora saluran pencernaan mencit juga ditentukan oleh kandungan bakteri koliform. Bakteri koliform merupakan kelompok bakteri yang dijadikan sebagai indikator adanya polusi kotoran dan kondisi sanitasi bahan. Adanya bakteri koliform dalam bahan pangan menunjukkan kemungkinan adanya mikroorganisme enteropatogenik atau enterotoksigenik seperti *E. coli*. Tingginya total koliform khususnya jenis *E. coli* dalam saluran pencernaan tentu akan menyebabkan gangguan bagi kesehatannya. Maka salah satu syarat minuman disebut sebagai minuman probiotik atau sinbiotik adalah kemampuan bakteri asam laktat untuk hidup dalam saluran pencernaan dan mendominasi serta menekan pertumbuhan bakteri patogen yang tidak diinginkan dalam saluran pencernaan seperti koliform. Mutu minuman sinbiotik dikatakan baik bila memiliki kemampuan menekan bakteri patogen seperti koliform.



Gambar 3. Pengaruh minuman sinbiotik cincau hijau dengan penambahan sari buah jambu biji dan sari buah nenas terhadap total koliform feses mencit percobaan.

Pada Gambar 3 terlihat bahwa pemberian minuman sinbiotik cincau hijau dengan penambahan sari buah dan tanpa penambahan sari buah setiap hari selama 28 hari mampu menekan pertumbuhan bakteri koliform. Meskipun perbedaannya tidak signifikan, namun jumlah koliform dalam digesta mencit yang relatif tidak berubah setelah diberi perlakuan aquades menunjukkan bahwa penurunan total koliform disebabkan oleh kandungan bakteri asam laktat yang terdapat dalam minuman sinbiotik cincau hijau. Hasil penelitian Suharyono, dkk. (2011) menunjukkan bahwa minuman probiotik dapat menekan atau menurunkan jumlah *E. coli* sekalipun penurunannya belum terlalu signifikan karena penurunannya belum

mencapai 1 skala log. Namun bila dibandingkan dengan kontrol (tanpa pemberian minuman sinbiotik) hasilnya terlihat berbeda. Pada perlakuan kontrol total *E. coli* terdapat dalam jumlah yang relatif sama mulai dari 0 sampai setelah diberi perlakuan selama dengan 16 hari bahkan cenderung sedikit meningkat. Penurunan jumlah *E. coli* pada digesta saluran pencernaan tikus percobaan ini disebabkan oleh meningkatnya total bakteri asam laktat pada digesta saluran pencernaan tikus yang mampu menekan pertumbuhan *E. coli*.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Minuman sinbiotik ekstrak cincau hijau baik dengan penambahan sari buah jambu maupun sari buah nanas, memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri *S. aureus*, *E. coli*, *B. cereus* dan *Salmonella* sp. Diameter penghambatan terhadap bakteri uji untuk minuman sinbiotik ekstrak cincau hijau dengan penambahan sari buah nanas masing-masing sebesar 9,94 mm; 11,08 mm; 17,25 mm dan 18,36 mm, sedangkan diameter penghambatan minuman sinbiotik dengan penambahan sari buah jambu bij masing-masing adalah sebesar 9,83 mm; 14,44; 18,44 mm dan 21,50 mm.
2. Minuman yang dihasilkan juga mampu memperbaiki kualitas mikroflora mencit percobaan, yaitu meningkatkan jumlah total bakteri asam laktat (bal) dan menurunkan jumlah total koliform.

DAFTAR PUSTAKA

- Amelia, J.R. 2010. Kajian Aktivitas Antibakteri Minuman Sinbiotik Cincau Hijau terhadap Bakteri Patoge Penyebab Diare selama Penyimpanan. Skripsi Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Unila.
- Axelsson, L.T. 1993. Lactic Acid Bacteria, Classification and Physiology. In Salminen, S and A.V. Wright (eds.). Lactic Acid Bacteria. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Bansode, D.S. and Clavan M.D. 2013. Evaluation of antimicrobial activity and phytochemical analysis of papaya and pineapple fruit juices against selected enteric pathogens. International Journal of Pharma and Bio Science.4 (2) : 1176-1184.
- Collins, M.D. and Gibson, G.R. 1999. Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics: Approaches for Modulating the Microbial Ecology of the Gut. Am. J. Clin. Nutr. 69(5):1052S-1057S.
- Dongowski, G., Lorenz, A., Proll, 2002. The Degree of Methylation Influence the Degredation of Pectin in the Intestinal Tract of Rats and In-vitro. J. Nutr. 132:1935-194.
- Fardiaz, S. 1987. Mikrobiologi Pangan. PAU Pangan dan Gizi. IPB. Bogor. Hal : 26-27
- Gallaher, D. 2000. Dietary Fiber and Its Physiological Effect In Essential Of Functional Food. Schmidl, M.K. and Labuza, T.P (Eds). An Aspen Publisher. Maryland
- Gariga, M., M. Hugas, Aymerich and J.M. Monfort. 1983. Bacteriogenic activity of lactobacilli from fermented sausage. App. Bacteriology. 75:142-148.

- Malaviya, A. And N. Mishra. 2011. Antimicrobial activity of tropical fruit. Biological Forum. An International Journal. 3(1):1-4.
- Murhadi. 2002. Isolasi dan Karakteristik Komponen Antibakteri dari Biji Atung (*Parinarium giberrium* Hassk). Disertasi Program Pascasarjana IPB. Bogor.
- Nurainy, F. Dan S. U. Nurdin. 2007. Produksi Minuman Sinbiotik dari Ekstrak Cincau Hijau (*Premna oblongifolia* Merr.) Sebagai Minuman Fungsional. Laporan Penelitian Dosen Muda. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Nurdin, SU. Zuidar, AS., dan Krisnawati, R. 2004. Pengaruh Konsentrasi Asam Sitrat terhadap Rendemen dan Sifat Serat Pangan dari Daun Cincau Pohon (*Premna oblongifolia* Merr.) Prosiding Seminar Nasional dan Konggres PATPI. Jakarta, 17-18 Desember 2004.
- Nurdin, SU. 2005. Green Cincau Leaves (*Premna oblongifolia* Merr) as Potential Sources of Pectin-Rich Plant Extract. Artocarpus. 5(1): 24-27.
- Suharyono, A.S.,S. Rizal., F.Nurainy. 2011.Optimasi Produksi Minuman Sinbiotik dari Ekstrak Cincau Hijau (*Premna oblongifolia* Merr) sebagai Minuman Keseshatan Untuk Mengatasi Diare yang Disebabkan Patogen Pangan. Laporan Penelitian Strategis Nasional..
- Suharyono, A.S.,S. Rizal., F.Nurainy dan S. Astuti. 2012.Optimasi Produksi Minuman Sinbiotik Antioksidan dari Ekstrak Cincau Hijau (*Premna oblongifolia* Merr). Laporan Penelitian Hibah Bersaing.
- Syah, I.L.R. 2013. Studi Penambahan Sari Buah terhadap Karakteristik Minuman Sinbiotik Ekstrak Daun Cincau hijau dan Pengaruhnya terhadap Status Antioksidan Hati Mencit. Tesis Program Magister Teknologi Industri Pertanian Fakultas Pertanian Unila.
- Volk, W.A. and M.F. Wheeler. 1993. Mikrobiologi Dasar. Edisi Kelima. Penerbit Erlangga. Jakarta. 596 p.

T4-MG 49**REAKSI MAILLARD PADA PENGOLAHAN BAHAN PANGAN DAN KESEHATAN***Maillard Reaction in Food Processing Materials and Health*

Kristiawan P. A. Nugroho*, Monang Sihombing, dan Sarlina Palimbong
Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Kristen Satya Wacana
Jl. Kartini No. 11A, Salatiga, Jawa Tengah 50711

*E-mail : kristianpan@gmail.com

ABSTRACT

Health problems that appear in the community are triggered by lifestyle in terms of the choices of food or beverages. Cooking process that relies on fire, either by frying or combustion technique has been done for a long time in order to improve food safety and flavor, however the over cooking process causes a browning reaction called Maillard reaction or also known as glycation. Glycation is the bonding of glucose molecules to protein or fat without going through the process of controlling the enzyme, it is triggered by eating too much sugar or carbohydrates with high glycation index. Advanced Glycation End Products (AGEs) as a product of the reaction Maillard which can be formed from several chemical reactions such as oxidation, dehydration and condensation have several negatives implications for health. AGEs may result in accumulation of plaque in blood vessels, impaired visual function, diabetes, premature aging, and so forth. It is become a challenge for the food industry to present a selection of food and beverages for people related to the processing of foodstuffs to produce healthy and quality products for the community. Communities also need to be selective in the choice of the type of food, cooking, diet, and keep applying healthy habits.

Keywords: Maillard Reactions, Glycation, AGEs, Health.

ABSTRAK

Masalah kesehatan yang muncul di masyarakat salah satunya dipicu oleh gaya hidup dalam hal pilihan konsumsi makanan atau minuman. Proses pemasakan yang mengandalkan api, baik dengan teknik penggorengan atau pembakaran sudah dilakukan sejak lama guna meningkatkan keamanan pangan dan rasa, namun pemasakan berlebihan secara kimia menyebabkan browning sebagai pemicu terjadinya reaksi Maillard, dikenal pula sebagai glikasi. Glikasi merupakan ikatan glukosa ke molekul protein atau lemak tanpa melalui proses pengendalian enzim, dipicu oleh konsumsi gula berlebih atau karbohidrat dengan indeks glikasi tinggi. Advanced Glycation End Products (AGEs) sebagai produk dari reaksi Maillard yang dapat terbentuk dari beberapa reaksi kimia seperti oksidasi, dehidrasi, dan kondensasi berimplikasi negatif bagi kesehatan tubuh. AGEs dapat mengakibatkan terjadinya penimbunan plak pada pembuluh darah, gangguan fungsi penglihatan, diabetes, penuaan dini, dan lain sebagainya. Menjadi sebuah tantangan tersendiri bagi pihak industri pangan untuk menyajikan pilihan makanan dan minuman bagi masyarakat terkait proses pengolahan bahan pangan sehingga menghasilkan produk yang sehat dan berkualitas bagi masyarakat. Masyarakat juga perlu selektif dalam hal pemilihan jenis bahan pangan, pemasakan, pola makan, dan tetap menerapkan kebiasaan hidup sehat salah satunya dengan berolahraga.

Kata kunci : Reaksi Maillard, Glikasi, AGEs, Kesehatan.

PENDAHULUAN

Ketertarikan masyarakat dalam bidang kuliner membuka peluang besar bagi para penyedia jasa boga untuk menyajikan makanan yang bervariasi dari berbagai jenis bahan dan aneka cara pengolahannya. Cara memasak dengan menggoreng, memanggang, membakar, maupun memanaskan seolah tetap menjadi pilihan mutlak guna menyajikan makanan yang layak saji. Namun, tanpa disadari pengolahan makanan dengan beberapa cara tersebut dapat memicu terbentuknya reaksi Maillard atau yang dikenal pula sebagai glikasi.

Masyarakat umumnya gemar mengonsumsi makanan dan minuman manis, seperti coklat, es krim, minuman berkarbonasi, dan permen. Berbagai jenis makanan dan minuman tersebut mengandung gula dan jika dikonsumsi secara berlebihan, maka berpotensi mempengaruhi kesehatan tubuh, misalnya berat badan dan kulit. Glukosa yang masuk ke dalam tubuh akan dialirkan ke seluruh tubuh melalui darah (gula darah) untuk diubah menjadi energi, kemudian akan disimpan dalam bentuk lemak. Apabila kadar gula darah di dalam tubuh berlebih dan tubuh tidak adekuat memproduksi hormon insulin guna mengubah gula darah menjadi energi, maka dapat terbentuk pula proses glikasi.

Reaksi Maillard atau glikasi merupakan reaksi non-enzimatis yang membentuk kompleks inklusi basa *schiff* menjadi protein; terjadi akibat adanya reaksi antara gugus amino (protein) dengan gugus karbonil (karbohidrat), terutama pada gula reduksi dengan bantuan panas (Sun *et al.*, 2006 dalam Suryani *et al.*, 2014; Bao *et al.*, 2009; Glenn dan Stitt, 2009; Apriani *et al.*, 2011). Pada pengolahan bahan pangan, reaksi tersebut akan menghasilkan suatu senyawa yang bersifat antioksidan, memunculkan *flavor*, dan membentuk warna.

Produk awal glikasi akan mengalami penyusunan ulang yang reversibel menjadi produk kompleks inklusi Amadori. Ikatan basa *schiff* dan produk Amadori selanjutnya mengalami penyusunan kembali, oksidasi, atau bahkan dehidrasi melalui jalur kimia untuk menghasilkan kompleks inklusi yang irreversibel menjadi protein dalam bentuk *Advance Glycation End-products* (AGEs) atau Produk Akhir Glikasi Protein (PAPG) yang berimplikasi negatif bagi kesehatan tubuh. AGEs dapat menginduksi penyakit degeneratif seperti penuaan dini, gagal ginjal, diabetes bahkan Alzheimer sebagai hasil dari rantai reaksi kimia glikasi (Rahmadi dan Zahid, 2010; Apriani *et al.*, 2011).

REAKSI MAILLARD DALAM PENGOLAHAN PANGAN

Reaksi Maillard dalam pengolahan bahan pangan tidak dapat dihindari karena penting dalam meningkatkan keamanan pangan dan sekaligus menambah cita rasa suatu produk, baik dengan cara dibakar, dipanggang, digoreng, bahkan dipanaskan. Hasil akhir dari proses pemasakan tersebut adalah dengan terbentuknya warna kekuningan bahkan kecoklatan (*browning*) sebagai hasil reaksi antara gugus amino dari protein dan gugus karbonil dari gula, sehingga memunculkan pigmen coklat (melanoidin) (Reineccius, 2006 dalam Suryani *et al.*, 2014). Meskipun perubahan warna tersebut merupakan indikasi umum yang dapat menyatakan kematangan suatu bahan pangan, namun dapat mempengaruhi

rasa (*flavor*), kenampakan, dan nilai gizi dari produk pangan tersebut, seperti pembentukan kulit luar roti tawar yang berwarna coklat.

Proses glikasi dalam pengolahan pangan merupakan proses yang dikehendaki untuk terjadi karena akan terbentuk warna, aroma, serta perubahan tekstur bahan pangan (Ulrich dan Cerami, 2001; Henle, 2005). Suryani *et al.* (2014) menyatakan bahwa reaksi glikasi diharapkan terjadi dalam proses pengolahan susu kerbau yang diberi tambahan *rare sugar* dengan proses pemanasan pada suhu tertentu karena diduga dapat menghasilkan aroma, aktivitas antioksidan, dan warna yang berbeda – beda. Penambahan *rare sugar* jenis D-tagatosa menunjukkan hasil aroma tertinggi jika dibandingkan dengan jenis *rare sugar* lainnya (D-psikosa, L-psikosa, dan L-tagatosa). Selain suhu, beberapa faktor lain yang turut berperan dalam proses *browning* dari reaksi Maillard antara lain jenis dan konsentrasi gula, gugus amino, tingkat keasaman (pH), waktu, serta aktivitas air (Miller, 1998 dan Liu *et al.*, 2012 dalam Suryani *et al.*, 2014).

Dalam industri pangan, aroma misalnya, menjadi poin penilaian penting untuk menarik perhatian konsumen. Pencampuran *rare sugar* menyebabkan lemak di dalam susu kerbau tersebut menguap dan menghasilkan aroma khas spesifik seperti harum manis (senyawa furaneol) yang sebagian besar bersifat volatil (Soeparno, 1992 dalam Suryani *et al.*, 2014). Senyawa tersebut terbentuk melalui reaksi Maillard dari 2-hidroksi propanal (Mejeher dan Henryk, 2005 dalam Suryani *et al.*, 2014).

Meskipun keberadaannya diharapkan terjadi, proses glikasi dapat pula menurunkan kualitas fungsional suatu produk pangan, kandungan asam amino esensial, dan kemampuan produk untuk dapat dicerna dengan baik oleh tubuh akibat pemasakan yang berlebihan (Rahmadi dan Zahid, 2010). Beberapa upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak pembentukan AGEs antara lain penambahan antioksidan dan polifenol, mengurangi waktu kontak dengan pemanas, pengolahan bahan makanan dengan suhu rendah, dan menggunakan teknik penguapan (Uribari *et al.*, 2010).

DAMPAK REAKSI MAILLARD BAGI KESEHATAN

Indeks glikasi yang tinggi (*glycemic index*) dapat menyebabkan glikasi di dalam tubuh. Konsumsi karbohidrat berlebih berpotensi memunculkan penyakit yang berhubungan dengan glikasi. Peradangan kronis (inflamasi) diberbagai jaringan tubuh jika dihubungkan dengan asupan karbohidrat dapat terjadi melalui beberapa mekanisme, salah satunya adalah glikasi dari protein dan lemak tanpa melalui proses enzimatik. Mekanisme lainnya adalah hiperinsulinemia (*Insuline Resistance Syndrome* – IRS), radikal bebas, dan hipertrigliserida. Glikasi tersebut mengakibatkan terjadinya sklerosis pada pembuluh darah, gangguan metabolisme, proses penuaan dini, dan gangguan keseimbangan berbagai siklus pertumbuhan jaringan di dalam tubuh.

AGEs yang terjadi akibat glukosa mengikat protein di kulit dapat menonaktifkan antioksidan, menyerang protein kolagen, dan serat elastin di dalam kulit. Kondisi tersebut dapat menyebabkan kelembapan kulit berkurang dan tidak kenyal (terasa kaku). Kondisi kulit tersebut akan rentan terhadap kerusakan, kering, kusam, berkerut, penuaan dini, dan

menghambat proses regenerasi sel kulit. Terganggunya keseimbangan oksidan dan antioksidan akan meningkatkan radikal bebas di dalam tubuh dan memicu berbagai kerusakan protein (Apriani *et al.*, 2011).

Hiperglikemia akibat kadar glukosa darah yang melebihi batas normal dapat menyebabkan stres oksidatif yang membentuk AGEs. Apriani *et al.* (2011) menyatakan bahwa stres oksidatif dapat menyebabkan kerusakan pada tingkat molekuler, sel, bahkan jaringan, termasuk kerusakan protein kolagen tulang. Hiperglikemia menyebabkan defisiensi insulin akibat kerusakan sel beta atau terjadi resistensi insulin pada organ hati dan otot. Penyakit diabetes melitus akibat hiperglikemia kronik dapat memicu kerusakan berbagai organ tubuh lainnya, seperti jantung, mata, ginjal, saraf, dan sistem vaskular, sehingga menyebabkan komplikasi diabetes melitus.

Pada konsentrasi glukosa tinggi, ikatan yang terjadi antara glukosa tersebut dengan protein akan membentuk glikosilasi sebagai hasil reaksi glikasi non-enzimatik pada penderita hiperglikemia. Glikosilasi tersebut tidak hanya membentuk AGEs, tetapi juga *Advanced Oxidation Protein Products* (AOPP). Radikal bebas yang masuk ke dalam tubuh akan memodifikasi struktur dan fungsi protein, misalnya kolagen, yaitu protein pada tulang (Apriani *et al.*, 2011).

AGEs tidak hanya mempengaruhi kesehatan kulit dan tulang, tetapi dapat pula menyebabkan inflamasi (pembengkakan lokal) sebagai upaya tubuh untuk membersihkan sel – sel yang rusak oleh sistem imun (Block dan Hong, 2005 dan Sastre *et al.*, 2006 dalam Rahmadi dan Zahid, 2010). Inflamasi secara kontinu pada penderita Alzheimer, diabetes, dan penuaan dini menyebabkan tubuh tidak mampu meregenerasi sel – sel pengganti dalam jumlah adekuat. Sastre *et al.* (2006) dan Heneka dan O'Banion (2007) dalam Rahmadi dan Zahid (2010) menyatakan bahwa sel syaraf di dalam otak tidak mengalami regenerasi, sehingga inflamasi pada sel otak akan mengurangi jumlah sel – sel syaraf fungsional.

Pada produk pangan yang dimasak dengan cara digoreng, reaksi Maillard yang terbentuk dapat memicu akrilamida. Akrilamida merupakan salah satu bahan organik yang digunakan untuk memproduksi plastik, pewarna, dan menjernihkan air minum. Keberadaan akrilamida dalam produk pangan yang dikonsumsi oleh manusia masih belum dapat dipastikan efek negatifnya bagi kesehatan Harahap (2003). Namun, dari hasil penelitian yang dilakukan oleh sejumlah pakar teknologi pangan dari Universitas Stockholm Swedia menyebutkan bahwa beberapa jenis pangan olahan mengandung senyawa yang bersifat karsinogenik dalam kadar tinggi (Swedish National Food Authority – SNFA). World Health Organization (WHO) (2002) menyebutkan bahwa pengolahan makanan dengan bahan dasar pati seperti kentang, singkong, beras, dan gandum pada suhu > 120°C (bukan dengan direbus pada suhu rendah) dapat menyebabkan terbentuknya senyawa akrilamida. Hasil uji toksisitas pada hewan yang diujicobakan dengan akrilamida menunjukkan adanya pembentukan sel kanker. Gangguan kesehatan pada hewan akibat akrilamida lebih bersifat genotoksik terutama pada jaringan sel syaraf dan pembuluh darah. Pada beberapa organ seperti ginjal, hati, dan sistem reproduksi terjadi akumulasi akrilamida. Akrilamida

diekskresikan dalam jumlah besar melalui urin dan empedu sebagai metabolitnya (Harahap, 2006).

PENCEGAHAN DAN PENGOBATAN AGEs BAGI KESEHATAN

Penelitian Rahmadi dan Zahid (2010) menyatakan bahwa beberapa tanaman berkhasiat obat yang ditemukan di hutan tropis Indonesia memiliki efikasi dalam mencegah dan mengobati penyakit degeneratif akibat AGEs. Teh jenis *Camelia sinensis* dan *Illex paraguariensis* dapat menghambat produksi AGEs dan menurunkan kadar radikal bebas di dalam tubuh. Jambu biji (*Psidium guajava*) mampu menghambat produksi AGEs serta merombak dan memerangkap gugus reaktif dari AGEs. Benalu (*Loranthus parasiticus*) yang dikenal oleh masyarakat awam sebagai tanaman parasit, ternyata mampu menurunkan kadar radikal bebas di dalam tubuh, sedangkan sambiloto (*Andrographis paniculata*) yang terkenal dengan rasa pahitnya dapat menurunkan sitokin pro-inflamasi dan mereduksi aktivasi NF- κ B. Jamur *Ganoderma* dianggap mampu mereduksi aktivasi NF- κ B serta mengurangi senyawa aloksan pada gejala diabetes melitus. Selain beberapa jenis tanaman di atas, beri – berian yang umumnya ditemukan di hutan berpotensi dalam mengatasi penyakit – penyakit degeneratif akibat reaksi AGEs.

Pengolahan bahan – bahan alami tersebut perlu diperhatikan agar kandungan senyawa – senyawa kimia yang berpotensi mengurangi atau menonaktifkan AGEs di dalam tubuh dapat bekerja secara optimal. Nantitanon *et al.* (2010) menyatakan bahwa pengolahan buah dan daun jambu misalnya, harus mendapatkan perhatian serius agar kandungan antioksidan yang berperan merusak struktur alfa-dikarbonil dalam reaksi glikasi tidak rusak. Beberapa perlakuan seperti tingkat ketuaan daun, perlakuan pasca pemetikan, pengeringan, dan metode ekstraksi akan menentukan perubahan konsentrasi dan konformasi struktur kimia senyawa aktif pada berbagai produk herbal.

Manifestasi klinis lainnya akibat keberadaan AGEs di dalam tubuh antara lain gangguan pada mata, kardiovaskuler, dan eritrosit. Penderita diabetes melitus dengan katarak merupakan salah satu bentuk dari peningkatan kadar AGEs di dalam tubuh (Gul *et al.*, 2009). AGEs yang terakumulasi dalam eritrosit dapat memicu terjadinya deformitas, sedangkan dalam sistem kardiovaskuler AGEs akan menyebabkan aterosklerosis (Ando *et al.*, 1999; Basta *et al.*, 2004).

Pemberian vitamin C serta vitamin B seperti tiamin dan beta alanin L-histidin dapat mencegah proses AGEs (Rahmadi dan Zahid, 2010). Konsumsi vitamin C dapat mengurangi hingga sebanyak 50% glikasi protein serum guna mencegah komplikasi diabetes melitus (Riviere *et al.*, 2010). Penambahan vitamin B1 dan B6 dapat mencegah pembentukan AGEs dengan menghambat reaksi glikasi dengan cara mengurangi kadar gula darah yang memicu penyakit diabetes melitus.

Kaitannya dengan makanan, glikasi dapat dicegah dengan memilih jenis makanan yang mengandung indeks glikemik rendah atau sedang dan pengaturan pola makan. Beberapa jenis makanan karbohidrat yang memiliki indeks glikasi rendah (< 55) antara lain buah – buahan, sayuran (kecuali kentang dan semangka), roti, kacang –

kacangan, serta susu dan olahannya seperti yogurt dan keju. Gula pasir, ubi jalar, gandum, dan beras merupakan jenis bahan pangan dengan indeks glikasi sedang (56 - 69), sedangkan produk olahan jagung (corn flakes), produk olahan beras (crispies), kentang yang dipanggang, semangka, roti putih, sereal dekstruksi, dan nasi putih merupakan beberapa contoh makanan yang memiliki indeks glikasi tinggi (> 70.) Masyarakat juga perlu menghindari jenis makanan yang berpotensi menimbulkan alergi, bahkan memperberat proses alergi; makanan dengan kandungan lemak transfat dan lemak jenuh tinggi, makanan yang merangsang pelepasan radikal bebas, serta makanan yang mampu meningkatkan trigliserida atau asam lemak bebas secara cepat.

Kaitannya dengan akrilamida, Harahap (2006) menyebutkan bahwa WHO dan FAO telah memberikan upaya sederhana yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya risiko akibat zat tersebut. Masyarakat diminta untuk mengubah cara memasak dengan menggunakan suhu yang cukup atau dapat pula direbus pada suhu < 120°C serta menerapkan pola makan seimbang dan bervariasi seperti buah dan sayur. Cara – cara sederhana tersebut diharapkan dapat mencegah dan mengurangi dampak negatif dari glikasi yang berlangsung di dalam tubuh.

Pengukuran AGEs mulai banyak digunakan sebagai *medical marker* untuk melihat kondisi pasien secara keseluruhan guna pertimbangan tindakan keperawatan (intensif atau tidak), misalnya pada pasien jantung koroner. Proses glikasi akan merusak sel – sel endotelium pada pembuluh darah, sehingga menyebabkan aterosklerosis. Plak di dalam pembuluh darah cenderung menumpuk di daerah aliran darah tinggi, seperti pintu masuk ke arteri koroner karena daerah tersebut merupakan tempat berkumpulnya molekul gula dan AGEs. Akumulasi plak tersebut membuat kolagen berkurang dan dinding pembuluh darah kaku, sehingga menyebabkan tekanan darah tinggi. Stroke juga dapat disebabkan oleh AGEs sebagai akibat dari melemahnya kolagen di dalam pembuluh darah arteri yang menyebabkan aneurisma.

KESIMPULAN

Meskipun reaksi Maillard atau glikasi diharapkan keberadaannya dalam bidang pengolahan pangan karena dapat menghasilkan suatu senyawa yang bersifat antioksidan, memunculkan *flavor*, dan membentuk warna, namun dapat menimbulkan efek negatif bagi kesehatan terutama bila reaksi tersebut menghasilkan *Advanced Glycation End Products* (AGEs). Mengubah cara memasak dengan menggunakan suhu yang cukup dan menerapkan pola makan seimbang – bervariasi seperti buah dan sayur, diharapkan dapat mencegah dan mengurangi dampak negatif dari glikasi yang berlangsung di dalam tubuh.

DAFTAR PUSTAKA

- Ando, K., Beppu, M., Kikugawa, K., Nagai, R., dan Horiuchi, S. 1999. *Membrane Proteins of Human Erythrocytes are Modified by Advanced Glycation End Products During Aging in the Circulation*. Biochem. Biophys. Res. Commun. 258 : 123 – 127.
- Apriani, N., Suhartono, E., dan Akbar, I. Z. 2011. *Korelasi Kadar Glukosa Darah dengan Kadar Advanced Oxidation Protein Products (AOPP) Tulang pada Tikus Putih Model Hiperglikemia*. JKM Vol. 11 (1) : 48 – 55.
- Bao, Z., Guan, S., Cheng, C., Wu, S., Wong, S. H., Kemeny, D. M., Leung, B. P., dan Wong, W. S. F. 2009. *A Novel Antiinflammatory Role for Andrographolide in Asthma via Inhibition of the Nuclear Factor- κ B Pathway*. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 179 (8) ; 657 – 665.
- Basta, G., Schmidt, A. M., dan De Caterina, R. 2004. *Advanced Glycation End Products and Vascular Inflammation: Implications for Accelerated Atherosclerosis in Diabetes*. Cardiovasc. Res. 63 : 582 – 592.
- Glenn, J. V. dan Stitt, A. W. 2009. *The Role of Advanced Glycation End Products in Retinal Ageing and Disease*. Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – General Subjects 1.790 (10) : 1.109 – 1.116.
- Gul, A., Rahman, M. A., Salim, A., dan Simjee, S. U. 2009. *Advanced Glycation End Products in Senile Diabetic and Nondiabetic Patients with Cataract*. J. Diabetes Complications 23 (5) : 343 – 348.
- Harahap, Y. 2006. *Pembentuka Akrilamida dalam Makanan dan Analisanya*. Majalah Ilmu Kefarmasian, Vol III (3) : 107 – 116.
- Henle, T. 2005. *Protein-Bound Advanced Glycation End Products (AGEs) as Bioactive Amino Acid Derivatives in Foods*. Amino Acids 29 (4) : 313 – 322.
- Nantitanon, W. S., Yotsawimonwat, S., dan Okonogi, S. 2010. *Factors Influencing Antioxidant Activities and Total Phenolic Content of Guava Leaf Extract*. LWT – Food Science and Technology 43 (7) : 1.095 – 1.103.
- Rahmadi, A. dan Zahid, M. 2010. *Mengatasi Produk Akhir Glikasi Protein: Mencari, Memanfaatkan, dan Melestarikan Obat-obatan Asal Hutan Tropis yang Menyembuhkan Penyakit Degeneratif*. Proceeding of South East Asian Agro-Forestry Education (SEANAFE). Bogor.
- Riviere, S., Birlouez-Aragon, I., dan Vellas, B. 2010. *Plasma Protein Glycation in Alzheimer's Disease*. Glycoconjugate Journal 15 (10) : 1.039 – 1.042.
- Suryani, D. R., Legowo, A. M., dan Mulyani, S. 2014. *Aroma dan Warna Susu Kerbau Akibat Proses Glikasi D-psikosa, L-psikosa, D-tagatosa, dan L-tagatosa*. Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan 3 (3) : 121 – 124.
- WHO. 2002. *Health Implication of Acrylamide in Food: Report of a Joint FAO / WHO Consultation*. Geneva, Swiss : World Health Organization (WHO).
- Ulrich, P. Dan Cerami, A. 2001. *Protein Glycation, Diabetes, and Aging*. Recent Prog. Horm. Res. 56 (1) : 1 – 22.

Uribari, J., Woodruff, S., Goodman, S., Cai, W., Chen, X., Pyzik, R., Yong, A., Striker, G. E., dan Vlassara, H. 2010. *Advanced Glycation End Products in Foods and a Practical Guide to Their Reduction in Diet*. Journal of the American Dietetic Association 110 (6) : 911 – 916.

T4-MG 51

KINETIKA OKSIDASI FILLET IKAN KAKAP (*Lutjanus sp*) SELAMA PENYIMPANAN*Kinetics of oxidation fillet snapper (*Lutjanus sp*) during storage*

Rahim Husain¹, Suparmo², Eni Harmayani², Chusnul Hidayat²

¹Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Negeri Gorontalo, Jl. Jenderal Sudirman, No.6, Kota Gorontalo 96182

²Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Jl. Flora No.1, Bulaksumur, Yogyakarta 55281

Email: imrahim76@yahoo.co.id

ABSTRACT

Fillet of snapper (*Lutjanus sp*) contain lipid and proteins that was easily destroyed by oxidation during storage. Oxidation reaction rate can be approximated by the model reaction to the zero-order and first-order. This research aims to study the oxidation reaction during storage by determining the amount of activation energy (E_a) and constant change (k). Results showed that the value of k increases of 0.35 became 18.88 at temperatures 0° to 40° C for the peroxide value. As for the acid number, numbers TBA and carbonyl levels respectively was 0.05 becomes 0.89, 0.17 to 3.11, and 0.0015 becomes 0.0504. The activation energy (E_a) oxidation reaction that produces peroxide value 71.94 KJ/mol.K, while the acid number, the numbers TBA and carbonyl levels, respectively; 58.52 KJ/mol.K, 62.39 KJ/mol.K and 57.76 KJ/mol.K. Kinetics studies show that an increase in the rate of reaction of oxidative damage snapper fillet (*Lutjanus sp*) during storage by following zero order reactions.

Keywords: fillet of snapper (*Lutjanus sp*), kinetics (k), activation energy (E_a), the model reaction is zero order and first-order reaction

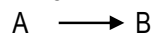
ABSTRAK

Fillet ikan kakap (*Lutjanus sp*) mengandung minyak atau trigliserida dan protein yang mudah rusak akibat oksidasi selama penyimpanan. Kecepatan reaksi oksidasi tersebut dapat didekati melalui model reaksi orde ke nol maupun model orde pertama. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinetika reaksi oksidasi selama penyimpanan. Fillet ikan di simpan pada suhu 0, 10, 20, 30, dan 40°C. Konstanta kecepatan reaksi (k) pada masing-masing suhu ditentukan untuk menghitung besarnya energi aktivasi (E_a). Hasil menunjukkan bahwa nilai k meningkat dari 0,35 menjadi 18,88 pada suhu 0° ke 40°C untuk angka peroksida. Sedangkan untuk angka asam, angka TBA dan kadar karbonil masing-masing meningkat dari 0,05 menjadi 0,89, 0,17 menjadi 3,11, dan 0.0015 menjadi 0,0504. E_a reaksi oksidasi untuk angka peroksida adalah 71,70KJ/mol.K, sedangkan angka asam, angka TBA dan kadar karbonil masing-masing sebesar 58,52 KJ/mol.K, 62,39 KJ/mol.K dan 57,76 KJ/mol.K. Studi kinetika memperlihatkan bahwa peningkatan laju reaksi kerusakan oksidasi fillet ikan kakap (*Lutjanus sp*) selama penyimpanan mengikuti reaksi orde ke nol.

Kata kunci: fillet ikan kakap (*Lutjanus sp*), kinetika (k), energi aktivasi (E_a), reaksi orde nol dan reaksi orde pertama

PENDAHULUAN

Tingginya kandungan asam lemak omega-3 pada ikan dan dekat dengan sistem pro-oksidatif mempengaruhi oksidasi ikan (Nawar, 2006). Oksidasi lipida menyebabkan masalah besar pada kualitas ikan, seperti munculnya bau tengik (Hamilton, 2004). Produk primer oksidasi lipida adalah hidroperoksida, yang diukur sebagai nilai peroksida (AP). Peroksida merupakan senyawa tidak stabil memecah menjadi aldehida, keton, dan alkohol merupakan produk mudah menguap yang menyebabkan bau tengik pada produk. Angka peroksida dan asam tiobarbiturat (TBA) merupakan indeks kimia utama ketengikan oksidatif (Melton, 2003; Rossell, 2009). Sama halnya lemak, protein juga mudah mengalami oksidasi, terutama dipicu oleh radikal bebas, sebab fillet ikan secara natural menghasilkan radikal bebas (Soyer dan Hultin, 2000). Kerusakan protein akibat oksidasi dalam sistem biologis telah banyak dipelajari selama dua dekade terakhir (Shacter, 2000; Nauser dkk., 2005; Tokur dkk., 2007). Kinetika telah digunakan dalam ilmu pangan dan farmasi untuk menggambarkan seberapa cepat perubahan reaksi jika produk tersebut disimpan pada suhu yang tinggi dan rendah. Jika faktor suhu diketahui, maka ekstrapolasi ke suhu yang lebih rendah, seperti yang ditemukan dalam distribusi pangan, dapat digunakan untuk memprediksi umur simpan produk yang betul (Labuza dan Riboh, 1982). Secara umum, hilangnya nilai gizi atau kualitas makanan dapat dinyatakan sebagai:



di mana A = kualitas yang diinginkan = A_0 pada $\theta = 0$

B = kualitas yang tidak diinginkan

θ = waktu

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari kinetika reaksi oksidasi *fillet* ikan kakap (*Lutjanus sp*) dengan pendekatan kinetika reaksi oksidasi komponen lemak dan protein selama penyimpanan. Besaran energi aktivasi (E_a) ditentukan dengan persamaan *arrhenius*.

METODE PENELITIAN

Bahan Baku

Ikan kakap (*Lutjanus sp*) diperoleh dari Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Kobong, Kelurahan Kaligawe, Kecamatan Ganyamsari, Kota Semarang, Jawa Tengah. Bahan-bahan kimia yang digunakan grade analitik: HCl pekat, asam asetat glacial, asam tiobarbiturat (TBA), etanol, phenolphthalein (PP), KOH, kloroform, amonium tiosulfat, ferroklorida yang diperoleh dari Merck KGaA (Darmstadt, Jerman).

Penyiapan Sampel *Fillet* Ikan Kakap (*Lutjanus sp*)

Ikan Kakap (*Lutjanus sp*) yang masih segar disiangi dan diambil dagingnya. Insang, kepala, tulang, dan bagian tubuh lainnya dipisahkan dari daging ikan. Kemudian daging ikan dicuci dan dibilas dengan air es untuk menghilangkan darah serta kotoran lain. Selanjutnya, daging ikan disimpan pada kotak penyimpanan dengan suhu 0, 10, 20, 30, 40°C. Sampel dianalisa angka peroksida, TBA, angka asam dan angka karbonil.

Pengaruh Suhu dan Waktu terhadap Angka Peroksida, Angka TBA, Angka Asam dan Angka Karbonil

Masing-masing *fillet* ikan seberat 50 g disimpan pada suhu 0, 10, 20 30, dan 40°C. Sampel pada penyimpanan suhu 0°C di lakukan sampling pada hari ke 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 dan 45. Sampel pada penyimpanan suhu 10°C di lakukan sampling pada hari ke 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24 dan 27. Sampel pada penyimpanan suhu 20°C di lakukan sampling pada hari ke 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, dan 9. Sampel pada penyimpanan suhu 30°C dilakukan sampling pada jam ke 0, 12, 24, 36, 48, 60, 72, 84, 96 dan 108. Sampel pada penyimpanan suhu 40°C dilakukan sampling pada jam ke 0, 6, 12, 18, 24, 30, 36, 42, 48 dan 54. Sampel dianalisa angka asam, peroksida, TBA dan kadar karbonil.

Analisa Angka Peroksida

Sampel (0,5 g) dimasukkan dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan 0,1ml larutan ammonium tiosianat dan 0,1 ml larutan feroklorida. Tabung reaksi digojog selama 5 detik dan dipanaskan pada suhu 50°C selama 2 menit, lalu didinginkan sampai suhu 25°C. Absorbansi ditera menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 510 nm. Larutan blangko dipreparasi menggunakan semua pelarut tanpa sampel. Angka peroksida dihitung sebagai miliequivalen peroksida per kg sampel dengan rumus :

$$\text{Angka peroksida} = \frac{X \times \text{FP}}{\text{g sampel} \times 1/\text{BM Fe}} \dots\dots\dots(1)$$

X = µg Fe per 10 ml

FP = faktor pengenceran

BM = berat molekul Fe

Nilai X diperoleh dari persamaan kurva standar $y = 0,006x - 0,141$ (Hills dan Thiel, 1946 yang dimodifikasi Adnan, 1980).

Analisa Angka Asam

Analisa angka asam dilakukan dengan metode titrasi (AOAC, 1995). Minyak sebanyak 0,5 g ditambah 50 ml alkohol 95 persen kemudian di panaskan selama 10 menit dalam penangas air. Setelah didinginkan di berikan indikator phelphthalein kemudian dititrasi dengan KOH 0,1 N sampai tepat warna merah jambu.

$$\text{Angka Asam} = \frac{\text{ml KOH} \times \text{N KOH} \times \text{BM.KOH}}{\text{Berat Sampel (gram)}} \dots\dots\dots(2)$$

Analisa Angka TBA

Analisa angka TBA dilakukan menurut metode Tokur dan Korkmaz (2007). Minyak 0,5 g di tambahkan 50 ml aquades, kemudian ditambahkan lagi 2,5 ml N HCl setelah itu didestilasi. Tampung hasil destilasi sampai 50 ml, ambil 5 ml hasil destilasi kemudian

ditambahkan dengan 5 ml TBA. Setelah itu, dipanaskan selama 30 menit dan didinginkan. Absorbansi pada panjang gelombang 528 nm. Angka TBA = mg malonaldehid/kg minyak.

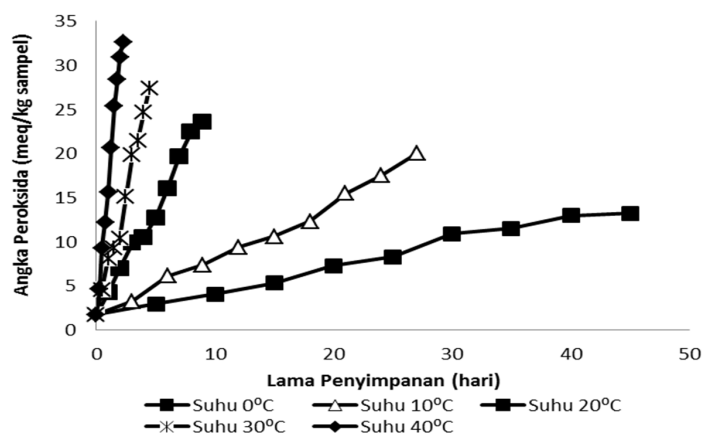
Analisa Protein Karbonil

Analisa angka karbonil dilakukan menurut metode Lappin dan Clark (1951). Seberat 0,5 g sampel diencerkan dengan 10 ml aquades, 1 ml larutan hasil pengenceran terakhir dimasukkan ke dalam tabung reaksi, tambahkan 1 ml 2,4 dinitrofenilhidrasil. Tambahkan KOH 1N sebanyak 7,5 ml lalu divortex shaker. Absorbansi dibaca pada panjang gelombang 480nm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Suhu dan Waktu Terhadap Angka Peroksida

Laju pembentukan peroksida sebagai produk primer dari oksidasi *fillet* ikan kakap (*Lutjanus sp*) selama penyimpanan pada berbagai suhu dan waktu dapat dilihat pada Gambar 1. Pada perlakuan penyimpanan suhu dingin (0°C) memperlihatkan pembentukan peroksida sampai 45 hari penyimpanan cenderung linier. Angka peroksida meningkat 7,6 kali pada suhu 0°C dengan peningkatan lama penyimpanan dari 0 hari ke 45 hari, sedangkan pada suhu 10°C angka peroksida meningkat 11,49 kali dengan peningkatan lama penyimpanan dari 0 hari ke 27 hari. Pada suhu 20°C angka peroksida meningkat 13,54 kali dengan peningkatan lama penyimpanan dari 0 hari ke 9 hari, pada suhu 30°C angka peroksida meningkat 15,74 kali dengan peningkatan lama penyimpanan dari 0 jam ke 108 jam. Pada suhu 40°C angka peroksida meningkat 18,74 kali dengan peningkatan lama penyimpanan dari 0 jam ke 54 jam.



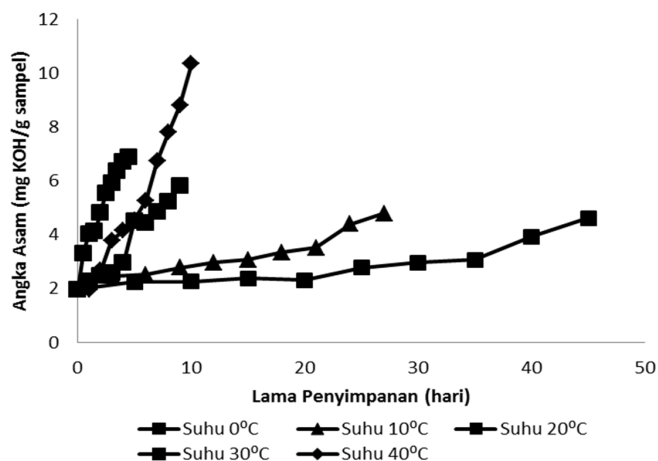
Gambar 1. Oksidasi angka peroksida fillet ikan kakap (*Lutjanussp*) selama penyimpanan(hari).

Peningkatan primer peroksida *fillet* ikan kakap (*Lutjanussp*) semakin tinggi dengan kenaikan suhu penyimpanan dari 0°C sampai 40°C. Menurut Pak dkk. (2005) angka

peroksida merupakan indikator stabilitas lemak terhadap oksidasi, dengan parameter produk oksidasi primer lipida yaitu hidroperoksida. Reaksi oksidasi *fillet* ikan secara natural mudah terjadi, sebab *Fillet* ikan kakap (*Lutjanus sp*) kaya PUFA (6 ikatan rangkap), sedangkan *fillet* ikan yang mengandung banyak ikatan rangkap mudah mengalami reaksi oksidasi lipida. Dengan demikian molekul oksigen yang terdapat dan terikat pada ikatan ganda mudah mengalami oksidasi. .

Pengaruh Suhu dan Waktu terhadap Angka Asam

Angka asam merupakan salah satu indikator kerusakan lipida untuk mengukur mutu atau kualitas lemak yaitu mengukur jumlah asam lemak bebas (alb) yang terdapat dalam minyak (Haraldsson dkk., 2007). Laju pembentukan asam lemak bebas sebagai produk mutu/kualitas lemak ikan kakap (*Lutjanus sp*) selama penyimpanan dapat dilihat pada Gambar 2. Angka asam meningkat 2,35 kali pada suhu 0°C dengan peningkatan lama penyimpanan dari 0 hari ke 45 hari, sedangkan pada suhu 10°C angka asam meningkat 2,44 kali dengan peningkatan lama penyimpanan dari 0 hari ke 27 hari. Pada suhu 20°C angka asam meningkat 2,97 kali dengan peningkatan lama penyimpanan dari 0 hari ke 9 hari, pada suhu 30°C angka asam meningkat 3,51 kali dengan peningkatan lama penyimpanan dari 0 jam ke 108 jam. Pada suhu 40°C angka asam meningkat 5,28 kali dengan peningkatan lama penyimpanan dari 0 jam ke 54 jam. Pada perlakuan penyimpanan suhu dingin (0°C) memperlihatkan pembentukan asam lemak bebas yang disebabkan oleh hidrolisis lemak sampai 45 hari penyimpanan cenderung linier.

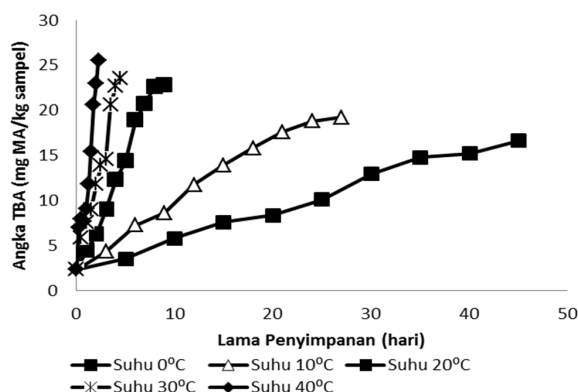


Gambar 2. Oksidasi angka asam *fillet* ikan kakap (*Lutjanus sp*) selama penyimpanan (hari).

Menurut Salam (2007) standar untuk angka asam adalah 7 mg KOH/g sampel. Sedangkan Huss, (2005) batas angka asam adalah 7-8 mg KOH/g sampel. Hal ini menunjukkan bahwa *fillet* ikan kakap (*Lutjanus sp*) dari segi angka asam tidak layak di konsumsi lagi yakni pada suhu 40° dengan waktu 24 jam sampai 54 jam.

Pengaruh Suhu dan Waktu terhadap Angka TBA

Angka TBA digunakan untuk mengukur produk sekunder dari oksidasi lipida terutama yang berasal dari PUFA (Semb, 2012) dan menunjukkan tingkat ketengikan khususnya pada lemak yang mengandung PUFA tinggi (Cheng dkk., 2014). Pembentukan TBA sebagai produk sekunder oksidasi *fillet* ikan kakap (*Lutjanus sp*) selama penyimpanan dapat dilihat pada Gambar 3. Angka TBA meningkat 7,21 kali pada suhu 0°C dengan peningkatan lama penyimpanan dari 0 hari ke 45 hari, sedangkan pada suhu 10°C angka TBA meningkat 8,33 kali dengan peningkatan lama penyimpanan dari 0 hari ke 27 hari. Pada suhu 20°C angka TBA meningkat 9,89 kali dengan peningkatan lama penyimpanan dari 0 hari ke 9 hari, pada suhu 30°C angka TBA meningkat 11,08 kali dengan peningkatan lama penyimpanan dari 0 jam ke 108 jam. Pada suhu 40°C angka peroksida meningkat 18,74 kali dengan peningkatan lama penyimpanan dari 0 jam ke 54 jam. Pada perlakuan penyimpanan suhu 0°C-40°C memperlihatkan pembentukan TBA selama penyimpanan cenderung linier seperti yang terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Oksidasi angka TBA *Fillet* ikan kakap (*Lutjanus sp*) selama penyimpanan (hari)

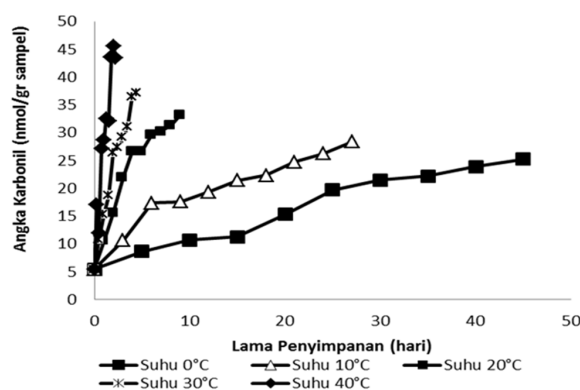
Menurut Salam (2007); Huss, 2005 standar angka TBA untuk *fillet* ikan adalah 10-15 mg malonaldehid/kg sampel ikan. Hal ini menunjukkan bahwa *fillet* ikan kakap (*Lutjanus sp*) dengan penyimpanan hingga 45 hari tidak dapat digunakan pada suhu 0°C dengan waktu 25 sampai 45 hari, suhu 10°C dengan waktu 12 sampai 27 hari, suhu 20°C dengan waktu 4 sampai 9 hari, 30°C dengan waktu 48 jam sampai 108 jam dan suhu 40°C dengan waktu 24 jam sampai 54 jam.

Pengaruh Suhu dan Waktu terhadap Angka Karbonil

Protein karbonil merupakan salah satu 'biomarker' terjadinya oksidasi protein (Yan dkk., 2007) dan digunakan sebagai salah satu indikator terjadinya kerusakan protein yang disebabkan oleh radikal-radikal oksigen (Adams dkk., 2001). Angka karbonil meningkat 5,22 kali pada suhu 0°C dengan peningkatan lama penyimpanan dari 0 hari ke 45 hari, sedangkan pada suhu 10°C angka karbonil meningkat 6,35 kali dengan peningkatan lama penyimpanan dari 0 hari ke 27 hari. Pada suhu 20°C angka karbonil meningkat 6,66 kali dengan peningkatan lama penyimpanan dari 0 hari ke 9 hari, pada suhu 30°C angka karbonil

meningkat 7,05 kali dengan peningkatan lama penyimpanan dari 0 jam ke 108 jam. Pada suhu 40°C angka karbonil meningkat 8,94 kali dengan peningkatan lama penyimpanan dari 0 jam ke 54 jam seperti terlihat pada Gambar 4.

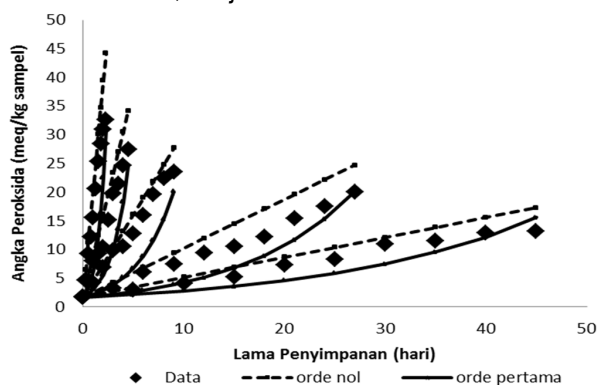
Peningkatan protein karbonil disebabkan protein ikan kakap (*Lutjanus sp*) mengandung besi (Fe) (Biridgewater dkk., 2006) sehingga dapat memicu kerusakan yang disebabkan oleh oksidasi. Oksidasi lipida yang dikatalisa oleh Fe secara natural juga dapat terjadi, namun diasumsikan bahwa kadar lemak dalam *fillet* ikan sangat rendah sehingga dapat diabaikan. Perlakuan suhu 20-40°C (radiasi panas) meningkatkan kerusakan oksidasi tersebut. Hal ini dapat dilihat bahwa laju reaksi cenderung linier terutama pada suhu penyimpanan 30°C dan 40°C.



Gambar 4. Perubahan angka karbonil pada *fillet* ikan kakap (*Lutjanus sp*) selama penyimpanan (hari)

Kinetika Perubahan Angka Peroksida

Nilai k meningkat dengan peningkatan suhu penyimpanan. Nilai k masing-masing 0,35, 0,85, 2,88, 7,21 dan 18,88 untuk suhu 0, 10, 20, 30 dan 40°C (reaksi orde nol) sedangkan untuk reaksi orde pertama masing-masing 0,05, 0,09, 0,27, 0,59, dan 1,28. Besarnya energi aktivasi pembentukan peroksida menurut reaksi orde pertama adalah 59.868,56 J/mol.K atau 59,87 KJ/mol.K. Sedangkan energi aktivasi menurut orde nol adalah 71.703,67 J/mol.K. atau 71,94 KJ/mol.K.

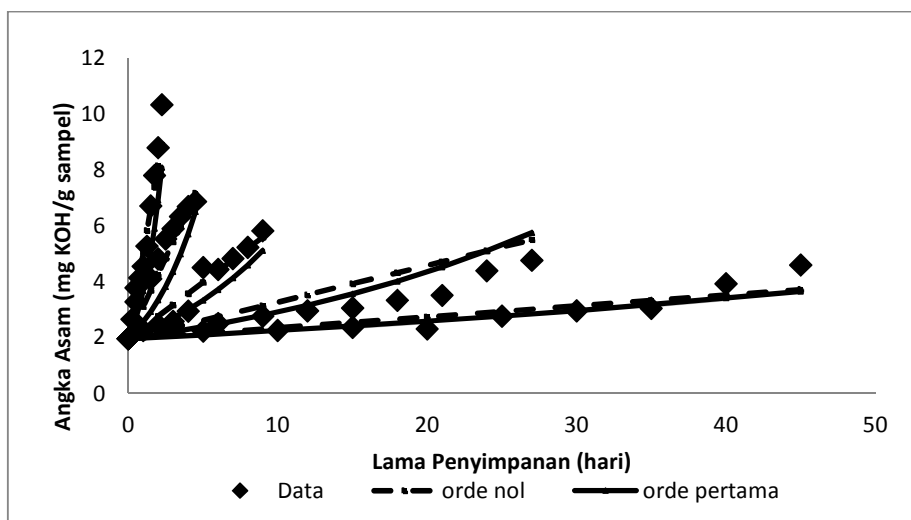


Gambar 5. Prediksi angka peroksida reaksi orde nol dan reaksi orde pertama pada *fillet* ikan kakap (*Lutjanussp*)

Prediksi angka peroksida *fillet* ikan menurut reaksi orde nol dan reaksi orde pertama dapat dilihat pada Gambar 5. Kenaikan angka peroksida menunjukkan reaksi cenderung mengikuti orde ke nol. Hal ini disebabkan reaksi oksidasi berjalan lambat pada suhu kamar dan tidak ada reaksi oksidasi yang disebabkan oleh fotooksidasi sehingga perubahannya linier. Menurut Salam (2007) batas angka peroksida adalah 10-20 meq/kg sampel sedangkan Huss (2005) yakni 3-25 meq/kg sampel. Hal ini menunjukkan bahwa jika angka ini melebihi standar maka nilai tersebut sudah menunjukkan adanya kerusakan pada *fillet* ikan.

Kinetika Perubahan Angka Asam

Nilai k meningkat dengan peningkatan suhu penyimpanan. Nilai k masing-masing 0,05; 0,09; 0,44; 1,04 dan 0,89 suhu 0, 10, 20, 30 dan 40°C (reaksi orde nol) sedangkan untuk reaksi orde pertama masing-masing 0,02; 0,03; 0,13; 0,24, dan 0,17. Besarnya energi aktivasi pembentukan asam lemak bebas menurut reaksi orde ke nol adalah 58.516,53 J/mol.k atau 58,52 Kj/mol.K. Sedangkan energi aktivasi menurut orde pertama adalah 48.720,70 J/mol.k atau 48,72 j/mol.k.



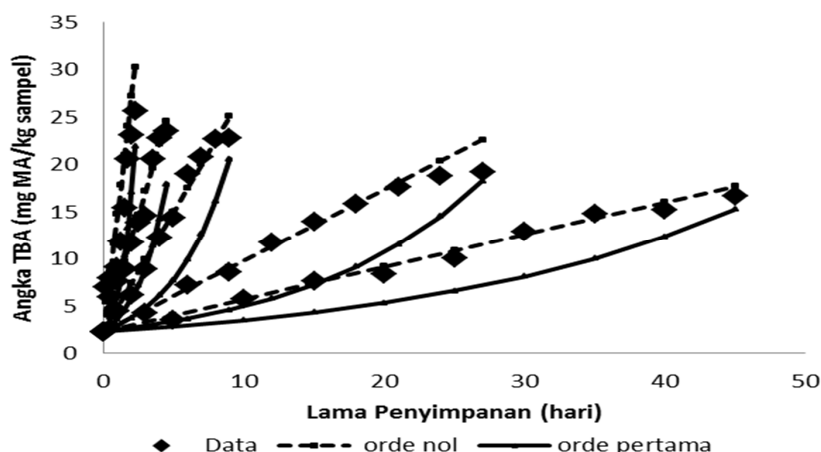
Gambar 6. Prediksi angka asam, reaksi orde nol, reaksi orde pertama pada *fillet* ikan kakap (*Lutjanus sp*)

Prediksi angka asam *fillet* ikan kakap (*Lutjanus sp*) mengikuti reaksi orde nol dan reaksi orde pertama dapat dilihat pada Gambar 6. Kenaikan angka asam menunjukkan reaksi mengikuti orde ke nol. Hal ini disebabkan reaksi hidrolisis berjalan lambat pada suhu kamar.

Kinetika Perubahan Angka TBA

Nilai k meningkat dengan peningkatan suhu penyimpanan. Nilai k masing-masing 0,17; 0,45; 0,84; 1,24 dan 3,11 pada suhu 0, 10, 20, 30 dan 40°C (reaksi orde nol) sedangkan reaksi

orde pertama masing-masing 0,02; 0,05; 0,08; 0,11 dan 0,25. Besarnya energi aktivasi pembentukan TBA menurut reaksi orde ke nol adalah 62.389,00 J/mol.k atau 63,39 KJ/mol.K. Sedangkan energi aktivasi orde pertama adalah 48.078,00 J/mol.k atau 48,08 KJ/mol.k. Prediksi angka TBA *fillet* ikan kakap (*Lutjanus sp*) menurut reaksi orde nol dan reaksi orde pertama dapat dilihat pada Gambar 7. Kenaikan angka TBA menunjukkan reaksi mengikuti orde ke nol. Hal ini disebabkan oleh adanya hanya reaksi otooksidasi dan tidak ada reaksi oksidasi yang disebabkan oleh fotooksidasi. Menurut Salam (2007) angka TBA standar adalah 10-15 mg malonaldehid/kg sampel ikan. Hal ini menunjukkan bahwa jika angka ini melebihi standar maka nilai tersebut sudah menunjukkan kerusakan pada *fillet* ikan.



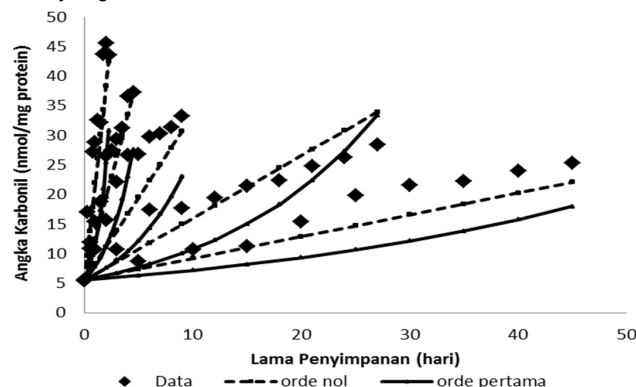
Gambar 7. Prediksi angka TBA, reaksi orde nol, reaksi orde pertama pada *fillet* ikan kakap (*Lutjanus sp*)

Persenyawaan malonaldehida yang dihasilkan oleh pembentukan diperoksida pada gugus pentadehida yang disusul dengan pemutusan rantai molekul atau dengan cara oksidasi lebih lanjut dari 2-enol yang dihasilkan dari penguraian monohidro peroksida (Nawar, 2005). Hal ini disebabkan senyawa peroksida yang dihasilkan selama proses otooksidasi bersifat labil, sehingga senyawa peroksida akan melepaskan dua atom hidrogen yang mengakibatkan terbentuknya ikatan rangkap baru dan menghasilkan deretan persenyawaan aldehid yang mengakibatkan peningkatan jumlah malonaldehid pada *fillet* ikan kakap (*Lutjanus sp*) selama penyimpanan.

Kinetika Perubahan Angka Karbonil

Nilai k meningkat dengan peningkatan suhu penyimpanan. k meningkat dari 0,0015 menjadi 0,0504 dengan peningkatan suhu dari 0 ke 40°C. Besarnya energi aktivasi pembentukan karbonil menurut reaksi orde nol adalah 57.763,64 J/mol.k atau 57,76 KJ/mol.k. Sedangkan reaksi orde pertama adalah 62.052,43 J/mol.k atau 62,05 KJ/mol.k. Prediksi angka karbonil *fillet* ikan kakap (*Lutjanus sp*) menurut reaksi orde nol dan reaksi orde pertama dapat dilihat pada Gambar 8. Kenaikan kadar karbonil menunjukkan

reaksi mengikuti orde ke nol. Hal ini disebabkan reaksi berjalan lambat pada suhu kamar dan tidak ada reaksi oksidasi yang disebabkan oleh fotooksidasi.



Gambar 8. Prediksi kadar karbonil, reaksi orde nol, dan orde pertama pada *fillet* ikan kakap (*Lutjanus sp*)

Adams dkk. (2001) adanya serangan radikal hidroksil yang dihasilkan dari degradasi H_2O_2 dengan kehadiran Fe^{2+} atau Cu^{2+} mengakibatkan terjadinya kerusakan protein yang ditandai dengan terbentuknya protein karbonil. Sedangkan Kjarsgard dkk., (2006); Baron dkk., (2007) menyatakan bahwa dengan adanya kenaikan suhu dan lama penyimpanan menyebabkan protein karbonil meningkat.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian kecepatan terbentuknya peroksida meningkat 7,6 kali pada suhu $0^\circ C$ dengan peningkatan suhu penyimpanan, sedangkan pada suhu 10, 20, 30, dan $40^\circ C$ angka peroksida meningkat masing-masing menjadi 11,49; 13,54; 15,74 dan 18,74 meq/kg sampel. Besarnya energi aktivasi (E_a) pembentukan peroksida reaksi orde pertama adalah 59868,56 J/mol.K atau 59,87 KJ/mol.K dan energi aktivasi (E_a) orde nol adalah 71703,67 J/mol.K. atau 71,70 KJ/mol.K. Kecepatan terbentuknya angka asam meningkat 2,35 kali pada suhu $0^\circ C$ dengan adanya suhu penyimpanan, pada suhu 10, 20, 30, dan $40^\circ C$ angka asam meningkat masing-masing menjadi 2,44; 2,97; 3,51 dan 5,28mg KOH/g sampel. Besarnya energi aktivasi pembentukan asam lemak bebas reaksi orde ke nol adalah 58516,53 J/mol.k atau 58,52 KJ/mol.K dan energi aktivasi (E_a) orde pertama adalah 48720,70 J/mol.k atau 48,72 KJ/mol.k. Kecepatan terbentuknya angka TBA meningkat 7,21 kali pada suhu $0^\circ C$ dengan adanya peningkatan suhu penyimpanan, pada suhu 10, 20, 30, dan $40^\circ C$ angka TBA meningkat masing-masing menjadi 8,33; 9,89; 10,19 dan 11,08 kali mg MA/kg sampel.

Besarnya energi aktivasi (E_a) pembentukan TBA reaksi orde ke nol adalah 62389,00 J/mol.k atau 62,39 KJ/mol.K dan energi aktivasi (E_a) orde pertama adalah 48078,00 J/mol.k atau 48,08 KJ/mol.k. Angka karbonil meningkat 5,22 kali pada suhu $0^\circ C$ pada suhu 10, 20, 30, dan $40^\circ C$ angka karbonil meningkat masing-masing menjadi 6,35; 6,66; 7,05 dan 8,94 kali %. Besarnya energi aktivasi (E_a) pembentukan karbonil reaksi orde nol adalah 57763,64 J/mol.k atau 57,76 KJ/mol.k dan reaksi orde pertama adalah 62052,43 J/mol.k atau 62,05

Kj/mol.k. Secara keseluruhan *fillet* ikan kakap (*Lutjanus sp*) yang digunakan pada penelitian ini tidak layak lagi di konsumsi karena melebihi batas ambang atau standar angka peroksida, angka asam, TBA, dan kadar karbonil yang ditetapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adams, S., Green, P., Claxton, R., Simcox., Williams, M. V., Walsh, K., (2001). Reactive carbonyl formation by oxidative and non-oxidative pathways. *Frontiers in Bioscience*, 6: 17-24.
- Adnan, M. (1980). *Lipid Properties and Stability of Partially Defatted Peanuts*. Doctor Thesis, Department of Food Science, University of Illinois, Urbana-Champaign.
- Association of Official Analytical Chemist.(1995). *Official Methods of Analysis*. 16th Edition. Washington DC.
- Biridgewater, J.D., Lim, J., and Vachet, R. W. (2006). Transition metal-peptide binding studied by metal-catalyzed oxidation reactions and mass spectrometry. *Analytical Chemistry*, 78: 2432-2438.
- Boran, G., Karacam, H., Boran, M., (2006) Changes in the quality of fish oils due to storage temperature and time. *Food Chemistry*. 98:693–698.
- Cheng, J.H., Sun, D.W., Pu, H.B., Wang, Q.J., and Chen, Y.N., (2014). Suitability of hyperspectral imaging for rapid evaluation of thiobarbituric acid (TBA) value in grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) fillet. *Food Chemistry* 171: (2015) 258–265.
- Hamilton, R.J. (2004). The chemistry of rancidity in foods, *Rancidity in Foods*. Pp. 1-22.
- Haraldsson, G.G., Kristinsson, B., Sigurdardottir, R., Gudmundsson, G.G., dan Breivik, H., (2007). The preparation of concentrates of eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid by lipase-catalyzed transesterification of fish oil with ethanol. *JAOCs*, Vol. 74: no. 11. 265-276.
- Huss, H.H. (2005). *Quality and quality change in fresh fish*. FAO. Fisheries technical paper no.348, Food and Agriculture Organization of The United Nation, Rome.
- Labuza, T.P., dan Riboh, D., (1982). Theory and application of kinetics to the prediction of nutrient losses in food. *Food Technology* 66-74.
- Lappin, G.R., and Clark, L.C., (1951). Colorimetric methods for determination of trace carbonyl compound. *Analytical Chemistry*, 23:541-542.
- Melton, S. (2003). Methodology for following lipid oxidation in muscle foods. *Food Technology*, 37: 105-116.
- Nausier, T., Koppenol, W. H., Gebicki, J. M., (2005). The kinetics of oxidation of GSH by protein radicals. *Journal Biochemistry*, 392: 693-701.
- Nawar, W.W., (2005) Lipids. *Dalam: O.R. Fennema (ed). Food Chemistry*. Marcel Dekker. Inc., New York.
- Nichols, P., Elliot., Nick., Bakes., Michael., dan Mooney, B., (2007), *Marine Oils from Australian Fish: Characterization and Value Added Products*, FRDC Project 94/115 Final Report, CSIRO, Australia.

- Pak, C. S., (2005). *Stability and Quality of Fish Oil During Typical Domestic Application, Fisheries Training Programme*, The United Nations University, Iceland.
- Rossell, J. B. (2009). Measurement of rancidity. *Rancidity in Foods*. Pp.23-52.
- Shacter, E. (2000). Quantification and significance of protein oxidation in biological samples. *Drug Metabolism Reviews*, 32: 307-326.
- Salam, I.K. (2007). Antimicrobial and antioxidant effect of sodium acetate, sodium lactate, and sodium citrate in refrigerated sliced salmon. *Journal Food Control*, 18 (5): 566-567.
- Semb, T. N., (2012). *Analytical Methods for Determination of the Oxidative Status in Oils*. Department of Biotechnology, Norwegian University of Science and Technology
- Soyer, A., Hultin, H. O., (2000), Kinetics of oxidation of the lipids and proteins of cod sarcoplasmic reticulu. *Journal Agriculture Food Chemistry*, 48: 2127-2134.
- Tokur, B., Korkmaz, K., (2007). The effects of an iron-catalyzed oxidation system on lipids and proteins of dark muscle fish. *Food Chemistry*, 104: 754-760.
- Yan, L.J., Lodge, J.K., Traber, M.G., Matsugo, S., Packer, L., (2007). Comparison between copper-mediated and hypochlorite-mediated modifications of human low density lipoproteins evaluated by carbonyl formation. *Journal Lipid Research*, 38: 992-1001.

T4-MG 53**PENGARUH PENGKAYAAN ANTOSIANIN EKSTRAK BEKATUL BERAS HITAM PADA SOYGURT TERHADAP PROFIL LIPID TIKUS DISLIPIDEMIA***Effect Enrichment of Anthocyanin Extract Black Rice Bran to Soygurt on Dyslipidemia Profile Lipid of Rats*

Enny Purwati Nurlaili^{a*)} dan Sri Hartati^{b)}

^{a)}Prodi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas 17 Agustus 1945 Semarang

Jl. Pawiyatan Luhur Bendan Duwur Semarang, Indonesia

^{b)}Prodi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Veteran Bangun Nusantara Sukoharjo

Jl. Letjend. S. Humardani No. 1 Kampus Jombor Sukoharjo

*Email: enny_purwati@gmail.com

ABSTRAK

Konsumsi makanan tinggi lemak dan gula memicu dislipidemia yang dapat menyebabkan aterosklerosis dan penyakit jantung. Dislipidemia dapat dicegah dengan antioksidan, diantaranya yang terkandung dalam beras berpigmen yaitu beras hitam terutama pada bekatulnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh pengkayaan antosianin ekstrak bekatul beras hitam pada produk fermentasi kedelai (soygurt) terhadap profil lipid tikus dislipidemia terutama mempelajari: profil antidislipidemia (profil lipid darah meliputi kadar kolesterol total, kadar trigliserida total, kadar LDL, kadar HDL). Langkah penelitian terdiri dari 1) penyiapan hewan coba, 2) pembuatan pakan (pakan standar AIN 93G dan AIN 93M); 3) pemeliharaan hewan coba (masa adaptasi selama 1 minggu) dan pemeliharaan periode deplesi selama 5 minggu (semua tikus mengalami dislipidemia); 4) Pembagian kelompok menjadi 4 kelompok perlakuan diet, yaitu diet pakan standar AIN-93M + air demineralisasi (P = placebo); diet pakan standar AIN-93M+ soygurt (K = kontrol), pakan standar AIN-93M + ekstrak bekatul beras hitam kadar 50 mg (E50), dan pakan standar AIN-93M + ekstrak bekatul beras hitam kadar 100 mg (E100) selama 5 minggu; 5) pengambilan darah melalui *retroorbital flexus*; 6) eutanasi dan pembedahan hewan coba. Analisis data dilakukan dengan analisis varian satu jalur (*One Way Anova*) dengan Minitab 16 pada taraf signifikansi 5%. Bila ada perbedaan signifikan, maka dilanjutkan dengan uji Tukey's. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa berat badan tikus selama masa penelitian tidak berbeda nyata antar perlakuan. Perlakuan pengkayaan antosianin ekstrak bekatul beras hitam pada soygurt berpengaruh terhadap profil lipid tikus dislipidemia, yang ditandai dengan penurunan kadar kolesterol total dengan kadar berkisar 93,63-116,10 mg/dl, kadar trigliserida total dengan kadar berkisar 52,36-90,59 mg/dl, kadar LDL dengan kadar berkisar 16,88-30 mg/dl, serta meningkatkan kadar HDL dengan kadar berkisar 123,59-126,25 mg/dl.

Kata kunci : antosianin, ekstrak bekatul hitam, soygurt, profil lipid, dyslipidemia

PENDAHULUAN

Gaya hidup masyarakat di masa modern ini cenderung instan. Perkembangan teknologi, serta pola perilaku yang konsumtif memicu buruknya pola hidup terutama dalam konsumsi makanan yang dapat menimbulkan masalah kesehatan serius. Penurunan kualitas kesehatan masyarakat antara lain disebabkan oleh ketidakseimbangan pola makan dengan aktivitas fisik. Masyarakat yang cenderung diet tinggi gula dan lemak tanpa diimbangi aktivitas fisik yang cukup dapat memicu terjadinya dislipidemia yang beresiko tinggi terhadap terjadinya penyakit kardiovaskular (Yoriko dan Miyasaki, 2010). Penyakit tersebut diantaranya adalah aterosklerosis, hipertensi, stroke dan jantung koroner (William *et al.*, 1973).

Dislipidemia disebabkan karena kelebihan asupan kalori terutama lemak yang jika tidak digunakan untuk beraktivitas dapat menyebabkan kenaikan kadar lemak darah. Diet tinggi lemak terutama kolesterol merupakan penyebab utama terjadinya dislipidemia (Tamas *et al.*, 2002). Kondisi ini dapat menyebabkan peningkatan kadar LDL di dalam darah. Oksidasi LDL memicu terbentuknya plak (gumpalan dalam pembuluh darah) yang menjadi penyebab utama aterosklerosis, jantung koroner dan stroke (Hirunpanich *et al.*, 2005). Kondisi dislipidemia banyak menimbulkan dampak negatif, sehingga diperlukan adanya pengaturan pola makan yang sehat dan seimbang.

Inflamasi adalah reaksi jaringan hidup terhadap semua bentuk jejas yang berupa reaksi vascular yang hasilnya merupakan pengiriman cairan, zat-zat yang terlarut dan sel-sel dari sirkulasi darah ke jaringan interstitial pada daerah cedera atau nekrosis (Robbins & Kumar, 1994). Tujuan inflamasi yaitu untuk memperbaiki jaringan yang rusak serta mempertahankan diri terhadap infeksi (Soesatyo, 2002). Tanda-tanda inflamasi adalah berupa kemerahan (*rubor*), panas (*kalor*), nyeri (*dolor*), pembengkakan (*tumor*) (Soesatyo, 2002), dan *function laesa* (Chandrasoma dan Tailor, 1995).

Salah satu cara yang efektif mengatasi dislipidemia dan inflamasi adalah dengan mengkonsumsi makanan yang banyak mengandung antioksidan. Antioksidan memiliki sifat dapat menetralkan radikal bebas penyebab penyakit yang diakibatkan oleh kondisi dislipidemia seperti aterosklerosis (Lautan, 1997).

Bagian beras hitam terdiri dari beras pecah kulit, beras sosoh dan bekatul. Beras hitam mempunyai kandungan antioksidan terutama antosianin. Kandungan antosianin sebesar $10,70 \pm 0,03$ mg/g (Kong dan Lee, 2010). Bekatul selama ini belum banyak dimanfaatkan untuk makanan. Pemanfaatan bekatul sebagai bahan pangan sumber antosianin terkendala adanya komponen penghambat absorpsi antara lain asam fitat, sehingga perlu dilakukan pengurangan komponen tersebut dengan cara ekstraksi. Ekstrak yang didapatkan digunakan untuk penerapannya pada uji secara *in vivo*. Bekatul beras hitam memiliki kandungan fenol, antosianin lebih banyak daripada bekatul beras merah dan putih. Pemberian diet beras merah dan hitam mampu meningkatkan kadar antioksidan darah serta menurunkan pembentukan plak aterosklerosis pada kelinci dislipidemia (Ling *et al.*, 2001). Antioksidan diketahui dapat membantu memperbaiki aterosklerosis pada aorta. Ekstrak kaya antioksidan yang diperoleh dari beras hitam dapat meningkatkan stabilitas plak

pada tikus yang mengalami defisiensi Apolipoprotein-E. Mekanisme ini berkaitan dengan kemampuan antioksidan dalam menurunkan lemak dan sebagai antiinflamasi. Ekstrak kaya antioksidan diduga dapat memberi efek therapeutic bagi pasien dengan plak aterosklerosis dan mencegah thrombus subsekuen (Xia *et al.*, 2006). Sebuah penelitian di Brazil juga menunjukkan bahwa pemberian diet mengandung beras hitam kultivar IAC600 dapat mengendalikan kondisi lipidemia pada tikus putih (Salgado *et al.*, 2010).

Susu kedelai merupakan minuman hasil olahan kedelai yang memiliki nilai gizi tinggi, dimana kandungan proteinnya mencapai 3.5-4.0%. Selain harganya yang lebih murah jika dibandingkan dengan susu sapi, susu kedelai juga memiliki kelebihan lain, seperti bebas kolesterol, bebas laktosa sehingga baik dikonsumsi oleh orang yang alergi dengan susu sapi (*lactose intolerance*). Namun masyarakat umumnya lebih menyukai susu sapi karena adanya bau langu (*beany flavour*) pada susu kedelai. Salah satu cara untuk meminimalkan bau langu ini adalah dengan pengolahan lebih lanjut menjadi yogurt, yang dikenal dengan nama soygurt. Kultur yang digunakan dalam pembuatan soygurt pada penelitian ini adalah *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*.

Meskipun memiliki manfaat lebih baik daripada bekatul beras putih, bekatul beras hitam belum banyak dimanfaatkan sebagai sumber antioksidan terutama antosianin. Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian ini untuk mempelajari efek antidislipidemia soygurt yang diperkaya dengan antosianin ekstrak bekatul beras hitam pada tikus putih. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh pengkayaan antosianin ekstrak bekatul beras hitam pada produk fermentasi kedelai (soygurt) terhadap profil lipid tikus dislipidemia meliputi profil lipid darah antara lain kadar kolesterol total, kadar trigliserida total, kadar LDL, kadar HDL).

BAHAN DAN METODE

1. Sampel beras hitam

Bahan yang digunakan adalah bekatul beras hitam varietas Cibeusi dari Subang. Sampel yang diperoleh kemudian dari beras pecah kulit dilakukan penyosohan dengan mesin sosoh selama 5 detik sehingga didapatkan bekatul. Bekatul disimpan dalam freezer (- 20°C) sampai digunakan.

2. Bahan kimia dan alat penelitian

Bahan-bahan kimia yang digunakan antara lain: HCl, asam asetat, heksan, Pakan tikus AIN-93G dan AIN-93M (*American Institute of Nutrition*) (Reeves dkk., 1993) dimodifikasi pada campuran mineral dengan AIN 76, kit untuk penentuan profilipid, air deionisasi, yang diperoleh dari Sima dan Merck dengan spesifikasi pro analisis (p.a). Bahan untuk analisis histologis antara lain etanol, pewarna hematoksilin dan eosin.

Untuk keperluan penelitian ini akan digunakan beberapa jenis peralatan antara lain, alat-alat gelas, timbangan analitis, oven, *shaker water bath*, *muffle furnace*, spektrometer UV-VIS, vortex, sentrifuse suhu 4°C, *rotary evaporator*, *freeze dryer*.

3. Hewan percobaan

Hewan percobaan yang digunakan adalah tikus jenis Wistar jantan umur 3 minggu.

4. Pakan tikus

Pakan tikus yang digunakan adalah AIN-93G dan AIN-93M dimodifikasi pada campuran mineral dengan AIN 76.

5. Penyiapan hewan coba

Hewan coba yang digunakan adalah tikus putih jantan Wistar sebanyak 28 ekor, umur 3 minggu, yang diperoleh dari LPPT (Lembaga Pengembangan Penelitian Terpadu) Universitas Gadjah Mada. Penentuan jumlah hewan coba mengacu pada rumus Federer (Federer, 1991), $(n-1)(k-1) \geq 15$; n = jumlah sampel tiap kelompok dan k = jumlah kelompok sampel. Sebelum perlakuan, hewan coba mengalami masa adaptasi lebih dahulu selama 7 hari dan diberi pakan secara *ad libitum*. Sisa pakan setiap hari ditimbang. Sesudah masa adaptasi, hewan coba ditimbang berat badannya untuk penentuan dosis fruktosa dan kolesterol.

6. Pembuatan pakan

Sebelum pembuatan pakan untuk hewan coba, dilakukan preparasi ekstrak bekatul beras hitam terpilih dengan cara bekatul beras hitam diekstrak dengan larutan asam asetat 3% dalam air demineralisasi (rasio 1:10) dan dishaker pada suhu 40°C, kecepatan 125 rpm, selama 60 menit lalu disimpan pada suhu 4°C selama 24 jam. Kemudian dilakukan penyaringan, di rotary evaporator selama 4 jam pada suhu 40°C dan di freeze dryer. Pembuatan soygurt dengan menggunakan bakteri *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus*. Selanjutnya pembuatan pakan perlakuan dilakukan dengan mengacu pada pakan standar AIN-93G dan AIN-93M sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perhitungan Komposisi Pakan (g/kg)

No.	Komposisi	P	K	E-50	E-100
1	Kasein	200	200	200	200
2	L-sistin	3	3	3	3
3	Pati jagung (maizena)	529,5	529,5	529,5	529,5
4	Sukrosa	100	100	100	100
5	Selulosa	50	50	50	50
6	Minyak kedele	70	70	70	70
7	Campuran mineral AIN-76	35	35	35	35
8	Campuran vitamin AIN-93G	10	10	10	10
9	Kolin bitartrat	2,5	2,5	2,5	2,5

No.	Komposisi	P	K	E-50	E-100
1	Kasein	140	140	140	140
2	L-sistin	1,8	1,8	1,8	1,8
3	Pati jagung (maizena)	620,7	620,7	620,7	620,7
4	Sukrosa	100	100	100	100
5	Selulosa	50	50	50	50
6	Minyak kedele	40	40	40	40
7	Campuran mineral AIN-76	35	35	35	35
8	Campuran vitamin AIN-93M	10	10	10	10
9	Kolin bitartrat	2,5	2,5	2,5	2,5

Sumber: Yamagishi, dkk., 2000

Keterangan : Dasar AIN-93G dan M (Reeves, dkk., 1993), dimodifikasi untuk campuran mineral dengan AIN-76

* Mineral Mix (g/kg) terdiri dari CaHPO₄ 325 g; NaHPO₄ 185 g; CaCO₃ 205 g; KCl 175,75 g; MgSO₄.H₂O 100 g; ZnCO₃ 0,75 g; FeSO₄.7H₂O 3,6 g; CuSO₄.5H₂O 0,375 g; KIO₃ 0,025 g; MnSO₄.H₂O 4,5 g.

** Vitamin Mix (g/kg) terdiri dari asam nikotinat 3,0 g; cyanocobalamin dalam manitol 2,5; D-pantotenic acid 2,0 g; thiamin 0,5 g; riboflavin 0,5 g; piridoxine 0,5 g; asam folat 0,5 g; D-biotin 0,05 g; vitamin K 0,1 g.

7. Pemeliharaan, eutanasi dan pembedahan hewan coba

Pada awal perlakuan dilakukan analisis pada plasma darah tikus untuk kandungan profilipid, untuk mengetahui kondisi dislipidemia atau tidak. Sebelum memasuki periode percobaan, semua tikus telah menjalani masa adaptasi selama 7 hari, dengan pemberian diet standar (AIN-93G) dan minuman air deionisasi secara *ad libitum*. Selanjutnya semua tikus dikondisikan menjadi dislipidemia dengan cara diberikan pakan AIN-93G serta diinduksi dengan fruktosa dan kolesterol (periode deplesi).

Tikus yang telah mengalami dislipidemia tersebut kemudian dibagi menjadi 4 kelompok @ 7 ekor, dan dipelihara selama 5 minggu dalam kandang individual, dengan pemberian diet basal dan minuman air deionisasi secara *ad libitum* (periode replasi). Selama periode replasi, diberikan minuman soygurt yang sudah diperkaya dengan antosianin ekstrak bekatul beras hitam secara *force feeding*. Pada awal, selama dan akhir periode replasi, dilakukan penimbangan berat badan, feed intake, sedangkan analisis kandungan profilipid dilakukan tiap minggu. Dari 28 ekor tikus tersebut dibagi dalam 4 kelompok masing-masing terdiri dari 7 ekor, yaitu : Kelompok 1 diberi makanan standar AIN-93M dan air deionisasi (sebagai kelompok placebo= P); Kelompok 2 diberi makanan standar AIN-93M dan soygurt (sebagai kelompok control=K); Kelompok 3 diberi makanan standar AIN-93M dan soygurt yang diperkaya antosianin 50 mg= E-50) ; Kelompok 4 diberi makanan standar AIN-93M dan soygurt yang diperkaya antosianin 100 mg= E-100). Pengambilan darah dilakukan melalui *retroorbital flexus*, untuk

dilakukan analisis profilipid darah meliputi kadar kolesterol total, kadar trigliserida total, kadar LDL, kadar HDL.

8. Analisis data

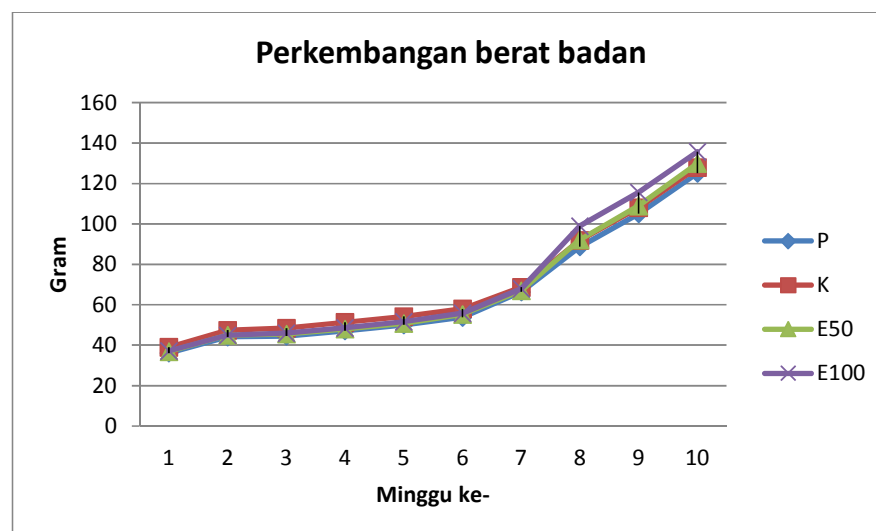
Analisis data dilakukan dengan analisis varian satu jalur (*One Way Anova*) dengan Minitab 16 pada taraf signifikansi 5%. Bila ada perbedaan signifikan, maka dilanjutkan dengan uji Tukey's.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berat Badan Tikus

Perkembangan berat badan tikus per minggu selama penelitian sampai minggu ke 10 sebagaimana tampak pada Gambar 1 yang memperlihatkan bahwa terjadi peningkatan berat badan per minggu pada seluruh kelompok tikus. Peningkatan berat badan secara signifikan pada seluruh kelompok tikus terjadi setelah pemeliharaan mencapai 8 minggu.

Gambar 1 tersebut juga memperlihatkan bahwa berat badan tikus kelompok E100 (menerima pakan standar AIN-93M + ekstrak bekatul beras hitam kadar 100 mg) memiliki perkembangan berat badan yang sedikit lebih tinggi dibanding kelompok lain yaitu kelompok tikus P (placebo, menerima diet pakan standar AIN-93M + air demineralisasi), kelompok tikus K (kontrol, menerima diet pakan standar AIN-93M+ soygurt) dan kelompok E50 (menerima pakan standar AIN-93M + ekstrak bekatul beras hitam kadar 50 mg), namun berdasarkan uji statistik berat badan tikus menunjukkan tidak ada perbedaan nyata antar perlakuan selama masa penelitian ($P < 0,05$).

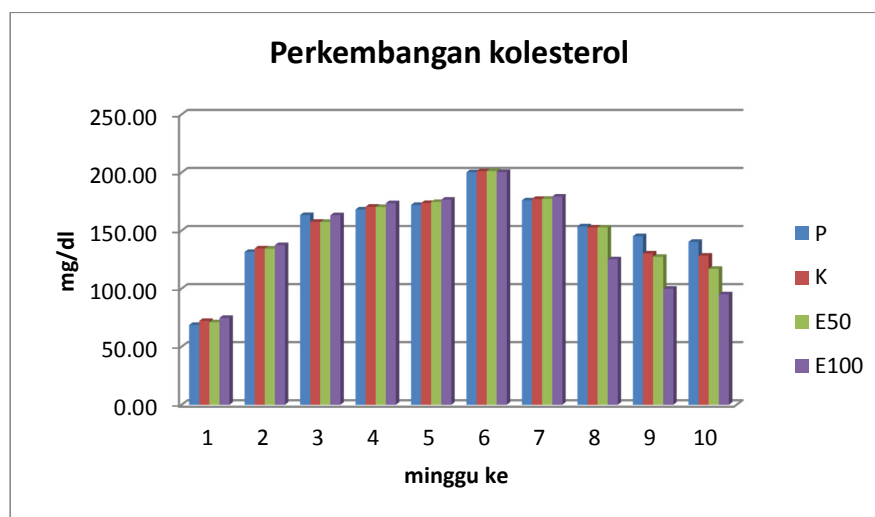


Gambar 1. Perkembangan berat badan per minggu

Keterangan : Kelompok tikus menerima diet pakan standar AIN-93M + air demineralisasi (P = placebo); diet pakan standar AIN-93M+ soygurt (K = kontrol), pakan standar AIN-93M + ekstrak bekatul beras hitam kadar 50 mg (E50), dan pakan standar AIN-93M + ekstrak bekatul beras hitam kadar 100 mg (E100)

Kadar Kolesterol

Dislipidemia (tinggi kolesterol dan trigliserida) merupakan gangguan metabolisme lipid yang ditandai dengan meningkatnya kadar kolesterol, LDL (*Low Density Lipoprotein*) dan menurunnya HDL (*High Density Lipoprotein*). Dislipidemia diketahui dapat menyebabkan aterosklerosis dan penyakit jantung. Perkembangan kadar kolesterol selama penelitian, sampai minggu ke 10 selama masa penelitian sebagaimana tampak pada Gambar 2. Gambar tersebut memperlihatkan bahwa pada minggu ke 6 seluruh kelompok tikus mengalami peningkatan kadar kolesterol sehingga kondisi dislipidemia telah tercapai.



Gambar 2. Perkembangan kadar kolesterol per minggu

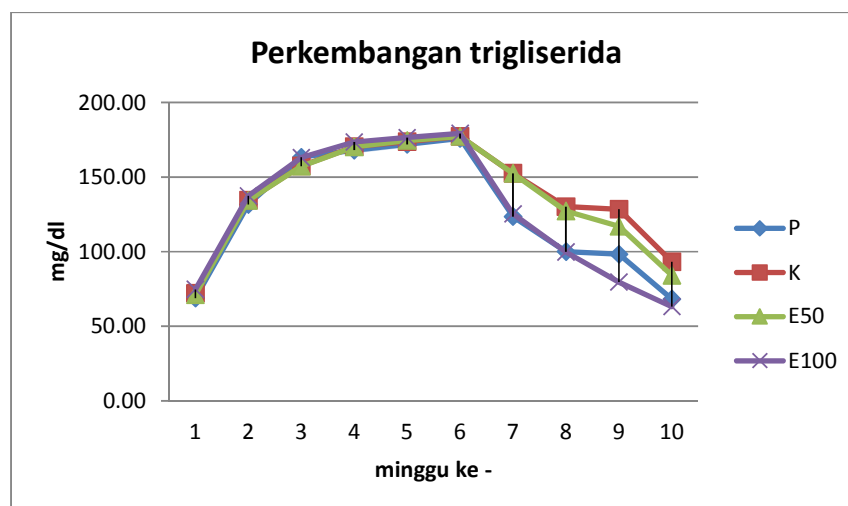
Intervensi diet pakan dengan perlakuan pengkayaan antosianin ekstrak bekatul beras hitam pada soygurt berpengaruh terhadap profil lipid tikus dislipidemia, yang ditandai dengan penurunan kadar kolesterol total dengan kadar berkisar 93,63-116,10 mg/dl. Hal tersebut tampak dari Gambar 2 yang menunjukkan bahwa pada minggu ke 9 dan 10 kelompok tikus E100 yaitu kelompok tikus yang menerima diet pakan standar AIN-93M + ekstrak bekatul beras hitam kadar 100 mg mengalami penurunan kadar kolesterol yang signifikan dibanding kelompok lain. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa antosianin yang terdapat dalam ekstrak berpengaruh nyata membantu penurunan kadar kolesterol pada tikus dislipidemia. Laokuldilok, *et al.* (2011) mendeteksi adanya komponen antosianin jenis sianidin-3-glukosida (C3G) dan peonidin-3-glukosida (P3G) pada bekatul beras hitam. Hasil analisis bekatul beras hitam tersebut sesuai dengan analisis oleh Kaneda, *et al.* (2005), Zawistowski, *et al.* (2009) serta Kong dan Lee (2010).

Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian yang menyatakan bahwa antosianin yang diekstrak dari beras hitam mampu memperbaiki profil lipid dan mencegah perkembangan pembentukan plak ateromosa pada mencit yang mengalami defisiensi apolipoprotein-E (Xia *et al.*, 2006; Wang *et al.*, 2007). Pemberian diet dengan aleuron beras hitam yang mengandung antosianin 5 g/100 g pakan yang diberikan selama 16 minggu,

mampu menghambat pembentukan luka atherosclerosis tikus yang mengalami defisiensi apolipoprotein. Luka yang tidak dihambat akan menyebabkan akumulasi kolesterol dan terbentuknya plak. Selain itu mereduksi stres oksidatif dan inflamasi (Xia *et al.*, 2003). Reduksi pembentukan plak juga diteliti oleh Ling *et al.* (2002) yang memberikan diet lapisan luar beras hitam sebanyak 5 g/100 g pakan yang diberikan pada kelinci yang telah diberikan diet kolesterol tinggi selama 2 bulan.

Kadar Trigliserida

Gambaran perkembangan kadar trigliserida kelompok tikus per minggu selama masa penelitian sampai minggu ke 10 tergambar pada Gambar 3. Sebagaimana dijelaskan sebelumnya bahwa kondisi dislipidemia seluruh kelompok tikus tercapai pada minggu ke-6. Hal ini tergambar pula dari perkembangan kadar trigliserida (Gambar 3) yang menunjukkan bahwa kadar trigliserida tertinggi juga tercapai pada minggu ke-6.



Gambar 3. Perkembangan kadar trigliserida per minggu

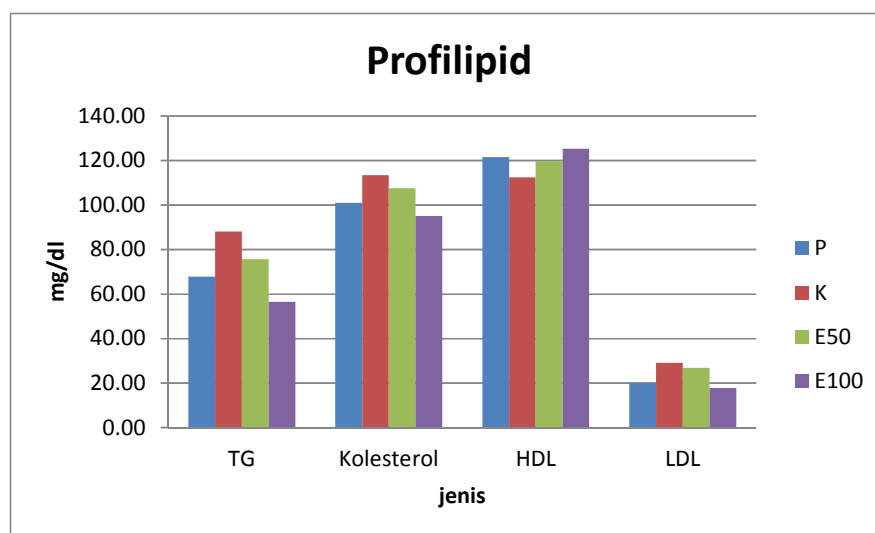
Sebagaimana pada penjelasan perkembangan kadar kolesterol di atas, Gambar 3 juga menunjukkan bahwa pada minggu ke-10 kelompok tikus E100 yaitu kelompok tikus yang menerima diet pakan standar AIN-93M + ekstrak bekatul beras hitam kadar 100 mg mengalami penurunan kadar trigliserida yang signifikan dibanding kelompok lain. Perlakuan pengkayaan antosianin ekstrak bekatul beras hitam pada soygurt berpengaruh terhadap profil lipid tikus dislipidemia, yang ditandai dengan penurunan, kadar trigliserida total dengan kadar berkisar 52,36-90,59 mg/dl.

Kadar trigliserida berkaitan dengan LDL di dalam tubuh manusia. Trigliserida memasuki plasma darah dalam dua bentuk yaitu kilomikron yang terbentuk dari penyerapan usus setelah mengonsumsi makanan berlemak, dan VLDL yang dibentuk hepar dengan bantuan insulin. Trigliserida di luar hepar akan dihidrolisis oleh enzim lipoprotein-lipase. Sisanya akan dimetabolisme menjadi LDL (Simatupang, 1997). LDL yang berlebihan pada

kondisi dislipidemia dapat menyebabkan penyempitan pembuluh darah melalui pembentukan plak pada dinding pembuluh darah.

Profil lipid

Perkembangan profil lipid meliputi kadar trigliserida, kadar kolesterol, LDL, dan HDL selama masa penelitian sampai minggu ke 10 seperti tampak pada Gambar 4. Gambar 4 tersebut memperlihatkan bahwa kelompok tikus perlakuan E100 menunjukkan profil lipid paling menonjol dibanding perlakuan lain. Pada kelompok tikus E100 tersebut mempunyai kadar trigliserida, kadar kolesterol dan kadar LDL paling rendah serta kadar HDL paling tinggi dibanding kelompok lain. Perlakuan pengkayaan antosianin ekstrak bekatul beras hitam pada soygurt berpengaruh terhadap profil lipid tikus dislipidemia, kadar LDL dengan kadar berkisar 16,88-30 mg/dl, serta meningkatkan kadar HDL dengan kadar berkisar 123,59-126,25 mg/dl.



Gambar 4. Profil lipid

Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian yang menyatakan bahwa antosianin yang diekstrak dari beras hitam mampu memperbaiki profil lipid dan mencegah perkembangan pembentukan plak ateromosa pada mencit yang mengalami defisiensi apolipoprotein-E (Xia *et al*, 2006; Wang *et al*, 2007). Pemberian diet dengan aleuron beras hitam yang mengandung antosianin 5 g/100 g pakan yang diberikan selama 16 minggu, mampu menghambat pembentukan luka atherosclerosis tikus yang mengalami defisiensi apolipoprotein. Luka yang tidak dihambat akan menyebabkan akumulasi kolesterol dan terbentuknya plak. Selain itu mereduksi stres oksidatif dan inflamasi (Xia *et al.*, 2003). Reduksi pembentukan plak juga diteliti oleh Ling *et al.* (2002) yang memberikan diet lapisan luar beras hitam sebanyak 5 g/100 g pakan yang diberikan pada kelinci yang telah diberikan diet kolesterol tinggi selama 2 bulan.

Sebagaimana diketahui bahwa LDL yang berlebihan pada kondisi dislipidemia dapat menyebabkan penyempitan pembuluh darah melalui pembentukan plak pada dinding pembuluh darah. Oksidasi LDL oleh radikal bebas oksigen menyebabkan LDL mudah menempel pada dinding pembuluh darah dan menyebabkan plak ateromatosa dan dapat menyebabkan gangguan fungsi endotel (Diaz *et al.* 1997). Antioksidan diketahui dapat mencegah oksidasi LDL dan meningkatkan HDL. Pemberian antioksidan seperti antosianin mampu mengurangi resiko akibat oksidan. Peningkatan HDL mampu menekan oksidasi LDL oleh oksidan. HDL berperan dalam mengikat LDL menuju hepar dan selanjutnya akan dirombak menjadi asam empedu (Diaz *et al.*, 1997).

KESIMPULAN

1. Berat badan tikus selama masa penelitian tidak berbeda nyata antar perlakuan.
2. Perlakuan pengkayaan antosianin ekstrak bekatul beras hitam pada soygurt berpengaruh terhadap profil lipid tikus dislipidemia, yang ditandai dengan penurunan kadar kolesterol total dengan kadar berkisar 93,63-116,10 mg/dl, kadar trigliserida total dengan kadar berkisar 52,36-90,59 mg/dl, kadar LDL dengan kadar berkisar 16,88-30 mg/dl, serta meningkatkan kadar HDL dengan kadar berkisar 123,59-126,25 mg/dl.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Sesuai Dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Hibah Penelitian Bagi Dosen Perguruan Tinggi Swasta Wilayah VI (Batch II) Melalui DIPA DIKTI Tahun Anggaran 2015, Nomor: 002/K6/KM/SP2H/PENELITIAN-BATCH-II/2015, Tanggal 30 Maret 2015.

DAFTAR PUSTAKA

- Brouillard, R. 1982. Chemical Structure of Anthocyanin. *Di dalam* P. Markakis (ed). Anthocyanin as Food Colors. Academic Press, New York.
- Chandrasoma dan Tailor, 1995, Concise Pathology, Ed. II., 104, Prentice-Hall International, London
- Choi, S.P., Kim, S.P., Kang, M.Y., Nam, S.H., dan Friedman, M. (2010). Protective Effects of Black Rice Bran Against Chemically-Induced Inflammation of Mouse Skin. *J. Agric. Food Chem.* 58. 10007-10015.
- Diaz, M.N., B. Frei., J.A. Vita., and J.F. Kreamer. 1997. Mechanism of disease, antioksidants, and atherosclerotic heart disease. *The New England journal of medicine* vol 8: 1132.
- Harborne J. B. dan Grayer R. J. 1988. The Anthocyanins. *Di dalam* J. B. Harborne (ed). The Flavonoids. Chapman and Hall, London.
- Hirunpanich, V., Utaipat, A., Morales, N.P., Bunyaphatsara, N., Sato, H., Herunsale, A. dan Suthisisang, C. 2005. Antioxidant effect of aqueous extracts from dried calyx of *Hibiscus sabdariffa* Linn. (roselle) in vitro using rat Low density lipoprotein (LDL). *Bio.Pharm. bulletin.* 28 (3): 481-484.

- Huang, D.J., Lin, C.D., Chen, H.J., and Lin, Y.H. 2004. Antioxidant and antiproliferative activities of sweet potato (*Ipomea batatas* L.) Lam "Tainong 57" constituent. *Bulletin of academia sinica* 45: 179-186.
- Kaneda, I., Kim, C.S., Igawa, S., Sakurai, H. 2005. Combined Effects of Administration of Black Rice Bran Extracts and Running Training on Bone Mineral Density and Body Composition in Rats. *Jpn J. Biometeor.* 42 (1), 29-37.
- Kaneda, I., Yasui, H., Adachi, Y., Takada, J. dan Sakurai, H. 2005. Determination of Trace Element Concentrations in Ancient Rices (Red and Black Rices) and a Present-day Rice (Koshihikari) : Relationship Among the Trace Element Concentrations, Species, Harvest Site and Rice Parts. *Biomed Res Trace Elements.* 16 (3) : 241-249.
- Kaneda, I., Kubo, F. dan Sakurai. 2007. Nutrition: Relationship between Trace Metal Concentration and Antioxidative Activity of Ancient Rice Bran (red and black rice) and a Present-day Rice Bran (Koshihikari). *Journal of Trace Element in Medicine and Biology.* 21: 45-51.
- Kong, S. dan Lee, J. 2010. Short communication: Antioxidants in milling fractions of black rice cultivars. *Food Chemistry.* 120: 278-281.
- Kowalczyk, E., Kezesinski, P., Kura, M., Szmigiel, B., Blaszyk, J. 2003. Anthocyanin in Medicine. *Pol. J. Pharmacol.* 55: 699-702.
- Kreisberg, R.A. dan Reusch, J.E.B. 2005. Hyperlipidemia (high blood fat). *The journal of clinical endocrinology & metabolism.* 90 (30): 1433.
- Laokuldilok, T., Shoemaker, C.F., Jongkaewwattana, S. dan Tulyathan, V. 2011. Antioxidant and Antioxidant Activity of Several Pigmented Rice Brans. *J.Agric.Food Chem.* 59: 193-199.
- Lautan, J. 1997. Radikal bebas pada eritrosit dan leukosit. Tinjauan kepustakaan. *Cermin dunia kedokteran.* Hal 116-130.
- Leardkamolkarn, V., Thongthep, W., Suttiarporn, P., Kongkachuichai, R., Wongpornchai, S. dan Wanavijitr, A. 2011. Chemopreventive properties of the bran extracted from a newly- developed Thai rice: The Riceberry. *Food Chemistry.* 125: 978-985.
- Ling, W.H., Wang, L.L. dan Ma, J. 2002. Supplementation of the Black Rice Outer Layer Fraction to Rabbits Decreases Atherosclerotic Plaque Formation and Increases Antioxidant Status. *The Journal of Nutrition.* 132: 20-26.
- Matuschek, M.C., Hendriks, W.H., McGhie, T.K., Reynolds, G.W. 2006. The Jejunum is the Main Site of Absorption for Anthocyanin in Mice. *J. Nut. Biochem.* 17: 31-36.
- Panovska, T.K., Kulevanova, S., and Stefova. 2005. In vitro antioxidant activity of some teucrium species (Lamiaceae) *acta Pharm* 55: 207-214.
- Price, S.A. dan Wilson, L.M. 2006. Patofisiologi konsep klinis proses-proses penyakit. Alih bahasa oleh Pendit, B.U., Hartanto, H., Wulansari, P. dan Mahanani, D.A. edisi 6 vol 1. Penerbit buku kedokteran EGC. Jakarta. Hal 122-143
- Rahmat, A., Kumar, V., Fong, L.M., Endrini, S., and Sani, H.A. 2003. Determination of total antioxidant activity in three types of local vegetable shoot and the cytotoxic effect of

- their ethanolic extract against different cancer cell illness. *Asia pacific journal clin nutr.* 12 (3): 292-295.
- Reeves, P.G., Neilsn, F.H. dan Fahey Jr, G.C. 1993. Purified Diet for Laboratory Rodents. *J. Nutr.* 123: 1939-1951.
- Robbins, V., Kumar, A.K. Abas., N, Fausto and Mitchell. 2007. Basic pathology 8th edition. Elsevier inc p 388-398.
- Salgado, J.m., de Oliveira, A.g.C., Mansi, D.N., Donado-Pestana, C.M., Bastos, C.R., and Marcondes, F.K. 2010. The role of black rice (*Oryza sativa* L.) in the control of hypercholesterolemia in rats. *Journal of medicine food* 13 (6): 1355-1362.
- Sichel, G., Corsaro, C., Scalia, M., Dilibio, A.J. dan Bonomo, R. 1991. In Vitro Scavenger Activity of Some Flavonoids and Melanins Against O₂. *Dalam Free Radical Biology and Medicine.* 11: 1-8.
- Simatupang, A. 1997. Cholesterol, Hypercholesterolemia and the drugs against it- a review. Tinjauan kepustakaan. Department of pharmacology-school of medicine Christian university of Indonesia. Jakarta. Indonesia. Cermin dunia kedokteran.
- Smith, C. 2004. Mark's basic medical biochemistry: a clinical approach 2nd ed. Lippincott Williams & Wilkins.
- Soesatyo, M.H.N.E, 2002, Proses Inflamasi, Penggunaan Analgetik dan Antiinflamasi Non Steroid Secara Rasional, Bagian Farmakologi dan Toksikologi, Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 27-38
- Tamas, C., Baloch, G., Csonka, C., Boros, I., Horvarth, I., Vigh, L., and Ferdinandy, P. 2002. Hyperlipidemia induced by high cholesterol diet inhibits heat shock response in rats hearts. *Biochemical and Biophysical Communications* 290: 1535-1538.
- Timberlake, C. F. dan Bridle, P. 1997. The Anthocyanins. *Di dalam* J. B. Horborne (ed). The Flavonoid. Chapman and Hall, London.
- Wang, Q., Han, P., Zhang, M., Xia, M., Zhu, H., Ma, J., Hou, M., Tang, Z., dan Ling, W. 2007. Supplementation of Black Rice Pigment Fraction Improves Antioxidant and Anti-Inflammatory Status in Patient with Coronary Heart Disease. *Asia Pac. J. Clin.Nutr.*: 16 Heart (Suppl 1): 295-301.
- William, R.H., Goldstein, J.L., Schrott, H.G., Motulsky, A.G. and Bierman, E.L. 1973. Hyperlipidemia in coronary heart disease. III evaluation of lipoprotein phenotypes of 156 genetically defined survivors of myocardial infarction. *The journal of clinical investigations.* 52: 1569-1577.
- Xia, M., Ling, W.H., Ma, J., Kitts, D.D dan Zawistowski, J. 2003. Supplementation of Diets with the Black Rice Pigment Fraction Attenuates Atherosclerotic Plaque Formation in Apolipoprotein E Deficient Mice. *The Journal of Nutrition.* 133: 744-751.
- Xia, X., Ling, W.H., Ma, J., Xia, M., Hou, M., Wang, Q., Zhu, H. dan Tang, Z. (2006). An Anthocyanin-Rich Extract from Black Rice Enhances Atherosclerotic Plaque Stabilization in Apolipoprotein E-Deficient Mice. *The Journal of Nutrition.* 136: 2220-2225.

- Yoriko, D. dan Miyasaki, K. 2010. Anti-hyperglycemic and anti-hyperlipidemic effect of guava leaf extract. Review. <http://www.nutritionandmetabolism.com/content/7/1/9>. Akses juli 2012.
- Zakir, s. 2005. Effect of poparo in reducing blood glucose level in diabetics. Thesis. Institute of animal nutrition and feed technology , faculty of animal husbandry, university of agriculture fasalabad. Pakistan.
- Zawistowski, J., Kopec, A. dan Kitts, D.D. (2009). Effects of a Black Rice Extract (*Oryza sativa* L. indica) on Cholesterol Levels and Plasma Lipid Parameters in Wistar Kyoto Rats. *Journal of Functional Foods*. 1: 50 –56.

T5 - IL

INTERAKSI INDUSTRI PANGAN DAN LINGKUNGAN

JUDUL/ PENULIS	KODE
Pengembangan Model Industri Pangan Hijau di Indonesia <i>Dr. Hasnelly</i>	T5- IL 02

PENGEMBANGAN MODEL INDUSTRI PANGAN HIJAU DI INDONESIA*The Development of Green Product Industry Model in Indonesia*

Hasnelly^{a*}, Hasrini Sari^b, Eddy Jusup SP^c

^aProdi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan
Jl. Dr. Setiabudi 193, Bandung, Indonesia

^bDepartemen Teknik Manajemen Industri, Fakultas Teknik Industri, ITB
Jl. Ganesa, Bandung, Indonesia

^cProdi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan
J. Dr. Setiabudi 193, Bandung, Indonesia

*Email: hasnelly.sriyono@gmail.com

ABSTRACT

The growing concern of society about the environment, nowadays have increase, from local buyer, producer, community, the government and also the world society. Lot of enterprises recommended the concept of green or environment innovation. This research produce high quality of green product industry model with the approach of resource based that can give satisfaction to the customer and also increase performance and sustainability of agriculture industry through competitive advantage. The importance parameter in value innovation process of green product that can increase the product competitiveness over other product like nutrient content or minimization of loss during processing, color, visibility, texture, and flavor are retained. Quantitative approach was used in exploration study and also completed by literature study to develop research model. This research was done by two stages which are qualitative and quantitative with purpose to minimize the bias that contained in resource. Research method used descriptive and verification method with structural equation modeling. The hypothesis was formulated from research model. This research is expected to be applied in green food product innovation and can contribute to the development of green product industry in Indonesia.

Keywords: green food product, innovation, intangible resources, tangible resources.

ABSTRAK

Masyarakat akhir-akhir ini semakin bertambah peduli pada lingkungan baik dunua internasional maupun local dari mulai pembeli, produsen, komunitas dan juga pemerintah. Banyak perusahaan yang merekomendasikan konsep hijau atau konsep inovasi lingkungan. Penelitian ini bertujuan menghasilkan model industri pangan hijau berkualitas tinggi dengan cara pendekatan berbasis sumber daya sehingga akan memberikan kepuasan kepada pelanggan serta akan meningkatkan industri pertanian dalam menciptakan kinerja unggul dan langgeng melalui keunggulan kompetitif. Pendekatan kualitatif digunakan pada saat melakukan studi eksplorasi dan dilengkapi studi literatur untuk membangun model penelitian, Penelitian ini dilakukan dua tahap yaitu kualitatif dan kuantitatif yang bertujuan meminimasi bias yang terkandung dalam sumber daya. Metode penelitian yang digunakan secara deskriptif dan verifikatif, metode analisis yang digunakan untuk menguji hipotesis dengan structural equation modeling, Hipotesis dirumuskan dari model penelitian, penelitian ini dapat diimplementasikan di industri pangan hijau dan dapat berperan pada pengembangan industri pangan hijau di Indonesia.

Kata kunci: inovasi, pangan hijau, sumber daya intangible, sumber daya tangible

PENDAHULUAN

Kesadaran masyarakat akan hidup sehat serta perkembangan masyarakat kelas menengah keatas di Indonesia yang semakin meningkat pesat juga mendorong permintaan akan produk pangan hijau. Tingginya tingkat kesadaran masyarakat untuk mengkonsumsi makanan sehat jadi salah satu pemicu tren produk pangan hijau. Produk pangan hijau merupakan produk yang bebas pestisida atau minimasi penggunaan senyawa kimia, produk yang bersih, sehat, organik dan ramah lingkungan. Tren produk pangan hijau atau organik akan semakin berkembang dalam jangka panjang karena ketersediaan lahan semakin terbatas dan kebutuhan produksi pangan yang semakin meningkat baik kuantitas maupun kualitas. Di pasaran harga produk pangan hijau lebih tinggi dibandingkan produk konvensional. Namun karena produk pangan hijau mengisi pasar kelas menengah ke atas sehingga harga jual lebih tinggi pun tidak masalah. Masyarakat kelas menengah biasanya belanja di supermarket sehingga harga produk tidak selalu jadi masalah. Daya jual tinggi disebabkan kualitas produk lebih baik dibandingkan produk konvensional, bersih, menyehatkan dan rasanya lebih baik dari pada produk konvensional.

Secara sistem budidaya telah dilakukan dengan solusi pertanian terpadu yaitu memotong rantai usaha/distribusi hingga yang diterima konsumen menjadi lebih murah. Abad ke 21, pelanggan atau konsumen merupakan pemilik kontrol produk bagi perusahaan (Ellen Rachman dan Emilia, 2014). Setiap daerah mempunyai karakter konsumen masing-masing terlebih dahulu sehingga penting survey dahulu (Anas Dinworohman Susila, IPB: 23). Kotler dan Armstrong (2008), ada tiga hal yang perlu diperhatikan karena dapat menyebabkan perubahan strategi pemasaran yaitu: daur hidup produk. Posisi pesaing perusahaan di pasar serta situasi ekonomi. Hal yang amat penting menurut Kotler dan Keller (2007:204), komunikasi pemasaran biasa disebut bauran promosi (promotion mix) dan mengacu pada bauran spesifik dari iklan promosi penjualan, hubungan masyarakat penjualan pribadi dan pemasaran langsung yang merupakan alat-alat dari perusahaan dalam rangka pencapaian tujuan-tujuan perusahaan.

Tujuan penelitian menghasilkan model yang merumuskan faktor *tangible* dan *intangible* yang akan diimplementasikan di industri pangan hijau serta dapat meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya bahan pangan yang bebas dari senyawa berbahaya serta berdampak negatif bagi kesehatan. Penelitian ini untuk menghasilkan model industri pangan hijau berkualitas tinggi dengan cara pendekatan berbasis sumber daya sehingga akan memberikan kepuasan kepada pelanggan serta meningkatkan kinerja unggul dan langgeng melalui keunggulan kompetitif.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini menggunakan metode explanatory survey karena akan menyelesaikan hubungan antara variabel yang diteliti sedangkan tipe hubungan antara variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah kausalitas yaitu variabel independen atau variabel bebas mempengaruhi variabel dependen atau variabel terikat. Penelitian explanatory merujuk pada hipotesis yang akan diuji terhadap fenomena yang terjadi. Fenomena tersebut dapat diikat dalam objek penelitian yaitu konsumen pada produk pangan hijau. Penelitian ini berdasarkan cakupan waktu bersifat cross sectional yang mencerminkan deskripsi dari suatu keadaan dan fenomena yang terjadi pada waktu saat tertentu tahun 2015. Merujuk pada tujuan penelitian yang akan dilakukan yaitu untuk mengetahui dan mengkaji lebih dalam terhadap variabel-variabel penelitian yang akan diteliti yaitu peranan strategi industri produk pangan hijau dalam meraih keunggulan kompetitif agar konsumen bertanggung jawab atas kepuasannya sendiri pada produk pangan hijau, maka penelitian ini bersifat deskriptif dan verifikatif.

Populasi adalah keseluruhan kelompok orang, peristiwa atau hal-hal lain yang ingin diteliti. Populasi merupakan keseluruhan objek (satuan-satuan atau individu-individu) yang karakteristiknya hendak diteliti. Populasi adalah kumpulan lengkap dari semua elemen (skor, orang, ukuran dan lain-lain) yang dipelajari (Sekaran, 2005). Populasi dalam penelitian ini pemilik dan manajer produk pangan hijau serta penyelia produk pangan hijau. Sampel adalah kumpulan orang yang diambil dari dari populasi. Teknik sampling dalam penelitian ini menggunakan metode proposional kluster random sampling yaitu sampel acak sederhana dimana setiap sampling unit terdiri dari kumpulan atau kelompok elemen. Berdasarkan perhitungan di atas maka jumlah sampling dalam penelitian ini sebanyak 200 orang.

Metode analisis data yang digunakan untuk menguji hipotesis yaitu ANOVA dan Struktural Equation Modeling (SEM). Hipotesis penelitian diduga terdapat pengaruh yang positif secara parsial maupun simultan dari sumber daya terhadap nilai pelanggan dan kepuasan pelanggan produk pangan hijau.

Penelitian dilaksanakan di Indonesia., sasarannya Industri produk pangan hijau yang tersebar di propinsi Jawa Barat, DKI, Bali, Yogyakarta, dan Sumatera Barat, waktu penelitian tahun 2015.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hipotesis konseptual yang diajukan serta paradigma penelitian yang diuraikan diatas dapat digambarkan suatu kerangka alur hubungan antara variabel berupa model persamaan struktural (SEM). Variabel-variabel penelitian yang terlibat adalah resource based yang terdiri dari sumber daya tangible, sumber daya intangible dan sumber daya very intangible. Variabel lainnya yaitu Nilai pelanggan, kepuasan dan kesetiaan pelanggan. Berdasarkan model struktural penelitian tersebut di atas maka dapat disusun persamaan struktural yang akan dipakai untuk menjawab masalah penelitian sekaligus membuktikan hipotesis penelitian sebagai berikut :Model persamaan struktural umumnya menggunakan matriks kovarians dan matriks korelasi sebagai dasar analisis atau sebagai input datanya. Pengamatan individu dapat menjadi input dalam program tetapi pengamatan

itu dikonversikan ke dalam satu atau dua tipe matriks sebelum estimasi. Dalam penelitian ini digunakan matriks kovarians untuk analisis.

Uji Kesesuaian model

Kesesuaian model adalah kesesuaian antara struktur matriks varians-kovarians model teoritis dengan struktur matriks varians-kovarians model empiris. Jika ke dua matriks tersebut identik, maka model teoritis tersebut dapat disimpulkan diterima secara sempurna. Diagram jalur penuh basik model secara lengkap penelitian ini dengan notasi Lisrel PLS. Evaluasi model persamaan struktural bisa dilakukan secara deskriptif yang dikenal sebagai indeks kecocokan (goodness of fit indices, GFI) untuk keperluan praktis kriteria suatu model disimpulkan diterima adalah jika GFI lebih dari atau sama dengan 0,9 (Hair Anderson, Tatham, Black 2008).

Tabel 1. Uji Kecocokan Model SEM

Indeks kecocokan	Nilai	Cut off value	Kesimpulan
Chi-kuadrat	107.06	diharapkan kecil	Tolak H_0 , model baik
P-value	0.000	< 0.05	Tolak H_0 , model baik
RMSEA	0.000	< 0.08	Terima H_0 , model baik
χ^2/df	98.37	> 2.00	Tolak H_0 , model baik
GFI	0.900	0.80 – 0.90	Terima H_0 , model baik
AGFI	0.800	0.70 – 0.80	Tolak H_0 , model baik
NFI	0.880	0.80 – 0.90	Terima H_0 , model baik
CFI	1.000	> 0.90	Terima H_0 , model baik

Uji Model Struktural

Structural Equations

$$y_1 = 0.047 * x,$$

(0.0073)

6.42

$$y_2 = 0.024 * x,$$

(0.019)

1.24

$$z = 0.066 * y_1 + 0.96 * y_2, \text{ Errorvar.} = 1.77, R^2 = 0.94$$

(0.26) (0.11) (1.84)

-0.25 8.34 0.96

KESIMPULAN

Loyalitas pelanggan hanya dipengaruhi oleh kepuasan pelanggan dengan nilai 96%. Namun item-item pengukuran untuk kepuasan pelanggan perlu dikaji ulang pada penelitian berikutnya karena secara keseluruhan memiliki pengaruh yang tidak signifikan terhadap kepuasan. Disisi lain item-item pengukuran untuk nilai pelanggan sudah memiliki tingkat signifikan yang tinggi, namun nilai pelanggan tidak berpengaruh signifikan terhadap loyalitas. Industri Pangan hijau harus lebih meningkatkan kualitas sumber daya dan layanannya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada: Direktorat Jenderal Dikti yang telah membiayai penelitian ini melalui proyek Hibah Bersaing kategori Fundamental tahun anggaran 2015.

DAFTAR PUSTAKA

- Bradley (2003), in Affif (2008), Strategi Pemasaran, Bandung, Angkasa.
- D'Souza, G dan M. Taghian (2005), "Green advertising effect on attitude and choice of advertising themes ", *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistic*, 17, 2/3. 107-118
- Doyle, P. (2000), *Value-based Marketing*, Willey & Sons, Ltd
- Erlinda Muslim, Dyah Rusty Indriani (2014), Jurnal manajemen teknologi vol. 13 no 1: p.66-80
- Forsman Sari (2000:)., "Resource-Based Strategy Analysis: A Case of Local Food Processing Firms in Finland", *A Paper to be presented in the NJF-seminar "The Food Sector in Transition – Nordic Research"*, 14-15 May 2000, Oslo.
- Grant (2001). The resource Based Theory of Competitive Advantage Implication for strategy formulation, *California Managemen Review*, 2001, 114-124.
- Hair, J.F., R.E. Anderson, R.L. Tatham, W.C. Black (1998), *Multivariate Data Analysis*, 5 th ed., Prentice-Hall International, Inc
- Hasnelly (2010), The Analysis of Resources and Market Based on the customer Satisfaction and its Implications on Customer Loyalty of Green Food Product. *J. DSM Business Review*, vol2, no.2. December, 2010, ISSN: 0975-1998)
- (2011), Winning Strategies values creation of customer Loyalty of green food product. *J. APBITM*, vol.1, no.2, June, 2011. ISSN: 0852-839 X.
- (2011), The Influence core resource, critical resource and market approach toward the customer value and the influence of the customer value toward the customer loyalty of organic food products. *J. Journal of Philippines Institute of Indusriial Engineers*. NO.2/VOL. 8.December.ISSN 1656-2798. p. 30-39
- (2011), Kajian Sifat Fisiko kimia formulasi tepung komposit produk organik. Seminar Nasional PATPI Peran teknologi dalam pengembangan pangan yang aman, bermutu dan terjangkau, Arya Duta, Manado, Sulut.

- (2011), Seminar International Food Conference "Strategies of Market based on customer loyalty of green food product in Indonesia" Surabaya.
- (2012), Analysis of resource based and market based on the production of organic food products in Indonesia. J. International Progress in business innovation and technology management. Vol. 2, no. 1, March 2012. ISSN 2094-8239.
- (2012). Resource based View: strategies of the manager of green food products industry in Indonesia. Elsevier, ISSN 1877-0428. 57/9, Oct, 2012.
- (2012). Analysis of market based approach on the customer value and customer satisfaction. Elsevier, ISSN 1877-0428.40/2012.
- (2013), The implementation of market based strategy to improve in the green food product industry in Indonesia. JAPBITM, ISSN 2094-2257. 3/1/March, 2013.
- Kerlinnger.F.N. (1986). Foundations of behaviour research. 3rd.ed. Harcourt Brace Jovanovich College Publishers.
- Kotler dan Armstrong, (2004), Principles of Marketing, 10 th., Pearson Prentice Hall, New Jersey.
- Kuncoro, Mudrajat, (2007). *Strategi: Bagaimana Meraih Keunggulan Kompetitif*, Erlangga.
- Moran, Terrence J. & Meso, Peter (2008). A Resource Based View of Manufacturing Strategy and Implications to Organizational Culture and Human Resources, Journal of Business & Economics Research, November.
- Orr, Stuart, (2007). The Resource-Based View of Strategy: Application to the Agricultural Industry, International DSI/Asia and Pacific DSI, July.
- Peattie, K. (2001), Golden goose or wild goose? The hunt for the green consumer, Business strategy and the Environment, Juli/Agustus, 10,4, 187-199.
- Porter. E. Michael (2007). Strategi Bersaing: Teknik menganalisis industri dan pesaing. Terjemahan Sigit Sugiarto. Karisma Publishing Group.
- Prahalad C.K. (1988). Managing Discontinuitas. The Emerging Challenges Research Technology Management Institute, USA.
- Hasrini Sari dan Hasnelly (2012), Could green companies eat their competitors? A conceptual model based on Indonesia experience. J. Journal of APBITM. Vol.2.No.2 June. ISSN 2094-2257.
- Sari, H.(2008). Peran pesan edukasi pelanggan, peduli lingkungan dan sikap membeli terhadap instensi membeli produk hijau, *desertasi Manajemen Pemasaran Universitas Indonesia*.
- , (2008). Pemasaran produk hijau: profil pelanggan berdasarkan usia, gender, pendidikan dan pengalaman membeli, *MBA ITB Buiness Review*, 3, 4, 6-15
- Schroder Bill & Mavondo.Felix (2000). Marketing Orientation, Interfinn Relationship and Resource based theory of the firm : Toward an intergrative theory.
- Sekaran, U. (2003), *Research Methods for Business*, 4th. Ed., Jhon Wiley & Sons, inc.
- Solomon (2007), Customer behavior, 7 th. ed. Pearson education.

- Spiteri, J.M., P.A. Dion (2004), Customer value, overall satisfaction, end-user loyalty, and market performance in detail intensive industries, *Industrial Marketing Management*, 33,675-678.
- Sari Hasrini and Hasnelly (2012), Could green companies eat their competitors? A conceptual model based on Indonesia experience. *J. Journal of APBITM*. Vol.2.No.2 June. ISSN 2094-2257.
- Waluyo Minto, 2015. *Manajemen Psikologi Industri*. PT Indeks, Jakarta.
- Winarno, F.G. (2003). Pangan organik dikawasan Asia Pasifik. *Kompas*, Senin, 30 Juni.
- Zikmund, W.G. (2000), *Business Research Methods*, 6th ed., The Dryden Press Harcourt College Publishers

PENAMPIL POSTER

JUDUL/PENULIS	HAL
Evaluasi Aktivitas Antioksidatif Ekstrak Kulit Melinjo Merah (<i>Gnetum gnemon L</i>) yang Dientkapsulisasi dan Aplikasikan pada Penyimpanan Wingko Babad <i>Bambang Kunarto</i>	827
Pengaruh Substitusi Tepung Kedelai terhadap Sifat Fisikokimia dan Organoleptik Horog-Horog Instan <i>Dwi Putri Oktavianingrum</i>	833
Peningkatan Kualitas Kukis dengan Penambahan Tepung Kedelai Fermentasi <i>lim Sukarti</i>	843
Formulasi Serbuk <i>Effervescent</i> dari Ekstrak Bunga Belimbing Wuluh (<i>Averrhoa bilimbi L</i>) <i>Haslina</i>	850
Pembuatan Es Krim Sinbiotik dari Umbi Gembili (<i>Dioscorea esculenta</i>) <i>Ulya Sarofa</i>	858
Perbedaan Konsentrasi Bekatul Beras Merah dan Jenis Minyak <i>Ratna Handayani</i>	866
Karakteristik Sifat Sensoris dan Kimiawi Dodol Cokelat dengan Penggunaan Variasi Sumber Lemak <i>Rifa Nurhayati</i>	883
Sifat Mikroelusi Air dalam <i>Red Palm-Oil Kernel Olein Blending</i> sebagai Pembawa Asam Askorbat <i>Maria Ulfah</i>	890
Aktivitas Antibakteri Bakteri Asam Laktat Asal Kolostrum Sapi Perah <i>Fries Holland</i> (FH) <i>Khusnul Kotimah</i>	902

EVALUASI AKTIVITAS ANTIOKSIDATIF EKSTRAK KULIT MELINJO MERAH (*Gnetum gnemon* L.) YANG DIENKAPSULASI DAN APLIKASIKAN PADA PENYIMPANAN WINGKO BABAD

*(Evaluation of Antioxidant Activity of Melinjo Red Peel Extract (*Gnetum gnemon* L.) That is Encapsulated and Applied to Wingko Babad Storage)*

Bambang Kunarto dan Ery Pratiwi

Prodi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Semarang
Jl. Soekarno Hatta Semarang

E-Mail:bb_kunarto@yahoo.co.id

ABSTRACT

There are about 40 % melinjo red peel (*Gnetum gnemon* L.) of the intact melinjo fruit and have potency as natural antioxidants. However, the application of melinjo red peel in food as an antioxidant is in the form of intact melinjo fruit, but in the form of sliced or mashed fruit will be inefficient, therefore it needs to be extracted and made microcapsules. The purpose of this study was evaluate the nature of antioxidant after being made by microcapsule and applied to wingko babad storage at a concentration of 0 ppm, 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm and 200 ppm and stored for 0 days, 3 days, 6 days, 9 days 12 days. The microcapsules are made with extracts of melinjo red peel as a core and a combination of gum arabic-maltodextrin as encapsulation with 15% total solids. The results showed that the longer the storage, peroxide value increased, but the increase is always slower than the control. Microcapsules at a concentration of 0 ppm, wingko babad has been already rancid on storage of 9 days with peroxide numbers 24.2967 meq / kg, whereas at a concentration of 200 ppm, the 12-day storage wingko babad still has not been rancid with peroxide numbers 15.5467 meq peroxide / kg. Based on organoleptic test scores shows like for aroma, texture and color.

Keywords: red melinjo peel extract, antioxidant, wingko babad

ABSTRAK

Kulit melinjo merah (*Gnetum gnemon* L.) terdapat sekitar 40% dari buah melinjo utuh dan berpotensi sebagai antioksidan alamiah. Akan tetapi aplikasi kulit buah melinjo merah dalam pangan sebagai antioksidan dalam bentuk utuh, irisan maupun dihaluskan tidak efisien, oleh karena itu perlu diekstrak dan dibuat mikrokapsul. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi sifat antioksidatif mikrokapsul ekstrak kulit melinjo merah yang diaplikasikan pada pembuatan wingko babad pada konsentrasi 0 ppm, 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm dan 200 ppm dan disimpan selama 0 hari, 3 hari, 6 hari, 9 hari dan 12 hari. Mikrokapsul dibuat dengan ekstrak kulit melinjo merah sebagai core dan kombinasi gum arab-maltodekstrin sebagai enkapsulan dengan total padatan 15%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama penyimpanan, bilangan peroksida semakin meningkat namun peningkatannya selalu lebih lambat daripada kontrol. Pada konsentrasi mikrokapsul 0 ppm wingko babad sudah tengik pada penyimpanan 9 hari dengan angka peroksida 24,2967 meq/kg, sedangkan pada konsentrasi 200 ppm, pada penyimpanan 12 hari wingko babad masih belum tengik dengan angka peroksida 15,5467 meq/kg. Berdasarkan uji organoleptik menunjukkan skor suka untuk aroma, tekstur dan warna.

Kata kunci : ekstrak kulit melinjo merah, antioksidan, wingko babad

PENDAHULUAN

Hasil utama tanaman melinjo adalah buah melinjo yang daging bijinya dibuat tepung, kripik, emping atau produk pangan lainnya, sedangkan kulit buahnya belum banyak dimanfaatkan. Devina (2011) dan Suwito (2011) telah meneliti bahwa kulit buah melinjo berpotensi sebagai sumber antioksidan. Kulit melinjo merah yang diekstrak oleh Devina (2011) menggunakan pelarut etanol dan etil asetat (20:80) pada suhu 30°C selama 3 jam mempunyai aktivitas antioksidan 1723,231 ppm, mengandung beta karoten 255,20 ppm, total fenol 11,805 mg GAE/mg ekstrak dan vitamin C 1,153 mg/g ekstrak. Sedangkan Optimasi antioksidan yang dilakukan oleh Suwito (2011) menggunakan *response surface methodology* pada kombinasi pH 4,75 dan suhu 43,79°C adalah 571,64 ppm. Diharapkan antioksidan dari kulit melinjo merah dapat dipakai sebagai antioksidan alami pada pangan yang cukup aman karena penggunaan antioksidan sintetis (BHA, BHT, TBHQ dan PG) dalam proses pengolahan pangan telah banyak menimbulkan kekhawatiran akan efek sampingnya.

Penggunaan kulit buah melinjo merah sebagai antioksidan dengan cara menambahkan ke dalam makanan atau minuman, baik dalam bentuk utuh, irisan/rajan maupun yang telah dihaluskan tidak efisien bila diterapkan dalam skala industri. Penggunaan kulit melinjo merah dalam bentuk ekstrak juga masih mempunyai kelemahan, antara lain tidak mudah larut dalam air, sulit terdispersi dalam bahan pangan dan bentuknya sangat pekat sehingga sulit ditangani dan ditimbang secara tepat. Untuk mengatasi berbagai kendala tersebut dapat dilakukan dengan membuat mikrokapsul ekstrak kulit buah melinjo merah.

Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi aktivitas antioksidatif mikrokapsul ekstrak kulit buah melinjo merah yang diaplikasikan pada pembuatan wingko babad. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi baru bagi masyarakat umum tentang penanganan limbah kulit buah melinjo merah untuk diekstrak dan dibuat mikrokapsul sebagai produk antioksidan alamiah yang lebih aman dan praktis karena lebih mudah ditangani, mudah larut dalam adonan, dapat dimampatkan dalam pengemas dan mudah diaplikasikan pada pangan khususnya makanan tradisional berbasis kelapa. Diharapkan hasil penelitian ini dapat dilanjutkan untuk diterapkan dalam produk pangan lain dan terjalin kolaborasi antara petani melinjo, industri pangan dan instansi terkait

BAHAN DAN METODA

Bahan untuk pembuatan mikrokapsul adalah kulit melinjo merah varietas ketan berumur 4 bulan, gum arab dan maltodekstrin. Bahan-bahan untuk membuat wingko babad antara lain kelapa, tepung ketan, garam dan gula yang diperoleh di toko kimia dan toko bahan bakery di Semarang. Bahan kimia antara lain n-heksana, aseton, etanol, benzena, NH_4CNS , Na_2SO_4 dan FeCl_2 . Peralatan yang digunakan adalah homogenizer merk Junke and Kunkle Ika Labortechnik Ultra-turrax T25, spray drier Merk SD Basic Lab. Plant, cetakan, oven bakery, kromatografi gas dan peralatan gelas untuk analisis.

Ekstrak kulit melinjo merah dibuat dengan ekstraksi menggunakan pelarut n-heksan, aseton dan etanol sesuai dengan metoda Maulida dan Zulkarnaen (2010) dengan sedikit modifikasi. Mula-mula dilakukan pengirisan kulit buah melinjo, lalu dikeringkan dan diayak 20 mesh, kemudian diekstrak menggunakan pelarut (1:5) dengan sistem maserasi selama 4 jam dan diaduk menggunakan magnetic stirer. Ekstrak dipisahkan dari pelarut menggunakan rotary vacuum evaporator. Ekstrak kulit buah melinjo merah dipakai sebagai *core material* dalam mikrokapsul. Mikroenkapsulasi menggunakan spray drying sesuai dengan metoda yang telah dilakukan oleh Kunarto dan Larasati (2009). Formula mikrokapsul adalah satu bagian ekstrak kulit melinjo merah dan lima bagian enkapsulan yang terdiri dari (gum arab:maltodekstrin (75:25)

Formula wingko babad mengacu pada Suparmo dkk. (2003) yaitu tiap 1 kg adonan terdiri dari kelapa parut 437,5 g, tepung ketan 237,5 g, tepung tapioka 12,5 g, gula pasir 152,5 g garam 0,25 g dan santan 160 g. Konsentrasi mikrokapsul ekstrak kulit buah melinjo merah adalah 0 ppm, 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm dan 200 ppm dalam setiap kg adonan. Selanjutnya masing masing diaduk sampai homogen. Wingko babad yang dihasilkan dikemas dengan plastik polietilen dan disimpan pada suhu kamar selama 0 hari, 3 hari, 6 hari, 9 hari dan 12 hari. Pengamatan dilakukan terhadap ketengikan/angka peroksida (Soedarmadji dkk., 1996), faktor protektif dan periode induksi. Uji organoleptik wingko babad meliputi kesukaan 25 panelis terhadap rasa, warna, tekstur dan aroma.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap satu faktor dan 3 kali ulangan. Analisa statistik dilanjutkan dengan uji lanjutan (DNMRT) pada taraf 5% untuk mengetahui perbedaan masing –masing taraf perlakuan. Adapun perlakuannya adalah sebagai berikut:

- W1 = Mikrokapsul ekstrak kulit melinjo merah 0 ppm pada adonan
- W2 = Mikrokapsul ekstrak kulit melinjo merah 50 ppm pada adonan
- W3 = Mikrokapsul ekstrak kulit melinjo merah 100 ppm pada adonan
- W4 = Mikrokapsul ekstrak kulit melinjo merah 150 ppm pada adonan
- W5 = Mikrokapsul ekstrak kulit melinjo merah 200 ppm pada adonan

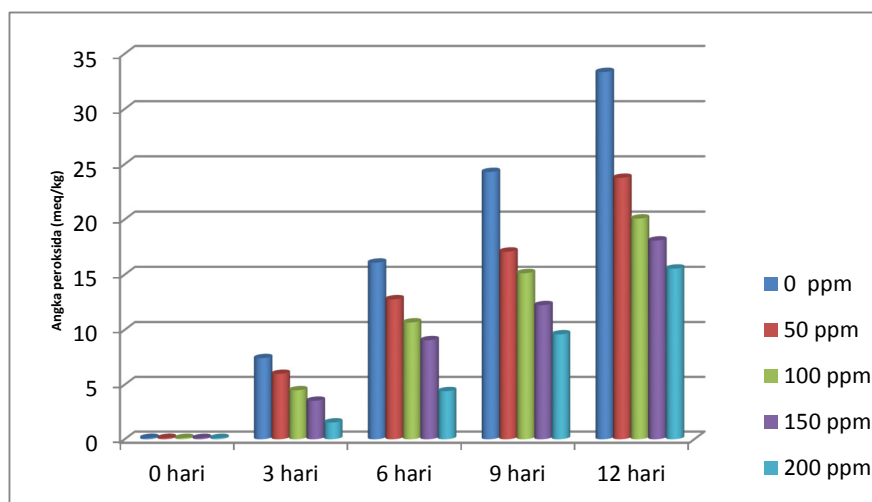
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran bilangan peroksida dimaksudkan untuk mengetahui aktivitas antioksidan dalam menghambat terbentuknya senyawa radikal bebas yang bersifat reaktif. Tinggi rendahnya bilangan peroksida yang terkandung dalam wingko babad menunjukkan tingkat ketengikan. Hasil pengukuran bilangan peroksida pada wingko babad ditunjukkan pada Tabel 1 dan Gambar 1. Pengukuran bilangan peroksida tersebut dihitung pada lima waktu penyimpanan yaitu penyimpanan selama 0 hari, 3 hari, 6 hari, 9 hari dan 12 hari.

Tabel 1. Rerata Angka Peroksida Wingko Babad selama Penyimpanan

Perlakuan	Angka peroksida (meq/kg)				
	Hari ke-0	Hari ke-3	Hari ke-6	Hari ke-9	Hari ke-12
W1	0.13	7.43 ^a	16.08 ^a	24.29 ^a	33.35 ^a
W2	0.13	5.99 ^b	12.77 ^b	17.08 ^b	23.77 ^b
W3	0.12	4.49 ^c	10.67 ^c	15.13 ^c	20.08 ^c
W4	0.12	3.53 ^d	9.06 ^d	12.23 ^d	18.09 ^d
W5	0.12	1.54 ^e	4.40 ^e	9.59 ^e	15.55 ^e

Keterangan: Notasi superskrip yang berbeda pada masing-masing rerata kolom menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,05$)



Gambar 1. Pengaruh Perlakuan terhadap Bilangan Peroksida Wingko babad

Pada Tabel 1 dan Gambar 1 ditunjukkan bahwa penambahan mikrokapsul ekstrak kulit melinjo merah memberikan pengaruh yang nyata ($p < 0,05$) terhadap angka peroksida yang dihasilkan. Semakin tinggi penambahan mikrokapsul ekstrak kulit melinjo merah yang digunakan maka bilangan peroksida wingko babad semakin kecil. Hal ini terjadi pada seluruh waktu penyimpanan. Semakin lama penyimpanan, bilangan peroksida semakin meningkat namun peningkatannya selalu lebih lambat daripada kontrol (Perlakuan W1). Hasil ini menunjukkan bahwa senyawa antioksidan dalam mikrokapsul ekstrak kulit melinjo merah mampu berperan memperkecil proses oksidasi. Hal ini sesuai dengan para peneliti sebelumnya. Devina (2011) mengekstrak kulit melinjo menggunakan pelarut etanol dan etil asetat (20:80) pada suhu 30°C selama 3 jam mempunyai aktivitas antioksidan 1723,231 ppm, mengandung beta karoten 255,20 ppm, total fenol 11,805 mg GAE/mg ekstrak dan vitamin C 1,153 mg/g ekstrak. Sedangkan Optimasi antioksidan yang dilakukan oleh Suwito (2011) menggunakan *response surface methodology* pada kombinasi pH 4,75 dan suhu 43,79°C adalah 571,64 ppm.

Pengukuran aktivitas antioksidan mikrokapsul ekstrak kulit melino merah dapat dinyatakan sebagai periode induksi dan faktor protektif (Tabel 2). Penambahan mikrokapsul ekstrak kulit melinjo merah pada wingko babad 200 ppm (Perlakuan W5) memiliki aktivitas antioksidan tertinggi ditandai dengan nilai periode induksi dan faktor protektif yang paling tinggi.

Tabel 2. Nilai Periode Induksi dan Faktor Protektif Mikrokapsul Ekstrak Kulit Melinjo Merah pada Wingko Babad

Perlakuan	Periode Induksi (hari)	Persamaan regresi	Faktor Protektif	Nilai r
W1	7,46	$Y=2,78+2,31x$	-	0,97
W2	9,16	$Y=1,18+2,05x$	1,23	0,98
W3	11,61	$Y=0,12+1,71x$	1,56	0,97
W4	14,27	$Y=-1,43+1,50x$	1,91	0,96
W5	15,89	$Y=-2,12+1,39x$	2,13	0,92

Wingko babad yang ditambah mikrokapsul ekstrak kulit melinjo merah 200 ppm (Perlakuan W5) memiliki umur simpan terhadap ketengikan oksidatif yang paling tinggi yaitu 15,89 hari. Umur simpan disini maksudnya adalah periode induksi produk pangan yaitu kondisi dimana produk pangan mempunyai bilangan peroksida sebesar 20 meq/kg dan pada kondisi ini produk pangan masih layak untuk dikonsumsi (Banias dkk,1992). Jika dibandingkan dengan wingko babad kontrol (Perlakuan W1) yaitu wingko babad tanpa penambahan mikrokapsul ekstrak kulit melinjo merah memiliki umur simpan 7,46 hari, penambahan mikrokapsul 200 ppm (Perlakuan W5) dapat menambah umur simpan wingko babad 8,43 hari atau 2,13 kali lebih lama.

Pengurangan konsentrasi mikrokapsul ekstrak kulit melinjo merah dapat menyebabkan menurunnya umur simpan wingko babad dilihat dari nilai periode induksi yang semakin kecil. Wingko babad dengan penambahan mikrokapsul 150 ppm (Perlakuan A4), 100 ppm (Perlakuan A3), 50 ppm (Perlakuan A2) dan 0 ppm (Perlakuan A1) mempunyai umur simpan masing-masing sebesar 14,27 hari; 11,61 hari; 9,16 hari; dan 7,46 hari.

KESIMPULAN

Berdasarkan periode induksi, penambahan mikrokapsul 200 ppm (perlakuan W5) dapat menambah umur simpan wingko babad terhadap ketengikan oksidatif menjadi 15,89 hari atau 2,13 kali lebih lama dari kontrol.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Dikti atas beaya yang diberikan melalui dana Penelitian Hibah Bersaing 2015 (tahun ke 2).

DAFTAR PUSTAKA

- Banias, C., V. Orepoulou dan C. D. Thomopoulos. 1992. The Effect of Primary Antioxidant and Sinergist on the Activity of Plant Extracts in Lard. J. Am. Oil Chem. Soc. 69(6): 50
- Barros, L., Ferreira M.J., Quieros, B., Ferreira, I.C.F.R. dan Baptista, P. 2006. Total Phenols, Ascorbic Acid, β -carotene and Lycopene in Portuguese Wild Edible Mushrooms and Their Antioxidant Activities. Food Chemistry. 103 (2007): 413-419.
- Belitz, H.D. dan Grosch, W. 1987. Food Chemistry. Springer-Verlag, Berlin.
- Bhadari, B. R., E. D. Duomolin, H. M. J. Richard, I. Neleu dan A. M. Lebert., 1992. Flavour Encapsulation by Spray Drying Application to Citral and Linalil Acetat. J. of Food Science 57(1): 217-221.
- Devina, N., 2011. Optimasi Proses Ekstraksi Kulit Melinjo Merah (*Gnetum gnemon* L.) dan Pengaruh pH dan Cahaya terhadap Aktivitas Antioksidan. Fakultas Teknologi Industri, Universitas Pelita Harapan Kavaraci.
- Fish, W. W., P. P. Veazie, dan J. K. Collins. 2002. A Quantitative Assay for Lycopene that Utilizes Reduced Volumes of Organic Solvents. J. Food Comp. Anal. 15: 309-317.
- Kunarto, B. Dan D. Larasati. 2009. Mikroenkapsulasi Ekstrak Limbah Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao* L.) dan Aktivitas Antioksidatifnya pada Wingko Babad. Fakultas Teknologi Pertanian dan Peternakan Universitas Semarang, Semarang
- Maulida, D. dan N. Zulkarnaen. 2010. Ekstraksi Antioksidan (Likopen) dari Buah Tomat dengan Menggunakan Solven Campuran n-Heksana, Aseton dan Etanol. Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
- Sudarmadji, S., B. Haryono dan Suhardi. 1996. Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty Yogyakarta.
- Suparmo, M. Gardjito dan R. Indrati. 2003. Profil Makanan Khas Nusantara, Daerah Istimewa Yogyakarta. Pusat Kajian Makanan Tradisional Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Suwito, F., 2011. Optimasi Aktivitas Antioksidan Kulit Melinjo Merah (*Gnetum gnemon* L.) terhadap Kombinasi pH dan Suhu. Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Pelita Harapan Kavaraci.
- Taie, H.A.A., R. El-Mergawi, R. dan S. Radwan. 2008. Isoflavonoid, flavonoid, phenolic acid, and antioxidant activity of soybean seeds as affected by organic and bioorganic fertilization. Journal of Agricultural and Environmental Science. 4 (2): 207-213

PENGARUH SUBSTITUSI TEPUNG KEDELAI TERHADAP SIFAT FISIKOKIMIA DAN ORGANOLEPTIK HOROG-HOROG INSTAN

Substitution Effect Soybean Flour of Physicochemical Properties and Organoleptic Horog-Horog Instant

Dwi Putri Oktavianingrum ^{a*}, Sri Budi Wahjuningsih^a, Haslina^a

^aTeknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Semarang
Jl. Arteri Soekarno Hatta, Semarang, Indonesia

Email: dwiputrioktavianingrum@yahoo.com

ABSTRACT

According to Presidential Decree No. 22 of 2009 on the policy of accelerated diversification of food consumption based on local resources, in accordance with the understanding of food security does not depend on a single food commodity but focus on the food that is in the neighborhood. Horog-horog is one of the local food that comes from the Bumi Kartini, Jepara, Central Java. Horog-horog made from palm starch raw materials rich in carbohydrates but still poor so that the protein content of soybean flour substitution is done to enrich the protein content. Processed food product diversification efforts by utilizing the resources of non-rice carbohydrate can be done with the right technology to produce instant products are made from non-rice, it is to extend the shelf life and add economic value.

The experimental design used in this study is the RAL (completely randomized design) one factor with 6 treatment of soy flour substitution on horog-horog (0%, 5%, 10%, 15%, 20% and 25%), each treatment was performed 3 repetitions. If there is any real difference between treatments followed by DMRT (Duncan Multiple Range Test) at 5% level. Based on the results of research on the effect of substitution of soybean flour-horog horog in this study is relatively significant ($p < 0.05$) to the physical, chemical and organoleptic properties horog-horog instant. The results of the analysis of physical, chemical and organoleptic horog-horog obtained the best substitute soy flour is in A₂ treatment with 10% substitution. The results of multiple comparisons treatment test horog-horog A₂ have the same reception as good when compared with the rice and the resulting yield of 76.50%, 3.01% water absorption, water content of 3.14%, 1.94% ash content, fat content 3.27%, 7.01% protein content, carbohydrate content of 84.65%, 48.92% starch, amylose content of 16.07% and 32.85% amylopectin content.

Keywords: diversification, substitution, horog-horog instant.

PENDAHULUAN

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 68 Tahun 2002 (Ketahanan Pangan) mengisyaratkan pengelolaan pangan secara nasional, terlaksananya swasembada pangan yang diutamakan produksi dalam negeri dan bertumpu pada sumber daya pangan lokal yang mengandung keragaman antar daerah serta harus dihindari sejauh mungkin ketergantungan pada pasokan pangan dari luar. Produk pangan lokal berpotensi mewujudkan kemandirian pangan sehingga tercapainya ketahanan dan kedaulatan pangan nasional (Louhenapessy, 2010).

Hal ini sesuai dengan Peraturan Presiden No. 22 tahun 2009 tentang kebijakan percepatan panganekaragaman konsumsi pangan berbasis sumber daya lokal, sesuai dengan pemahaman tersebut ketahanan pangan tidak tergantung pada satu komoditi pangan tetapi terarah pada pangan yang ada di lingkungan sekitar. Oleh sebab itu, pengembangan komoditas pangan diarahkan pada diversifikasi produksi maupun konsumsi pangan yang sesuai dengan potensi sumber daya dan budaya pangan daerah untuk mewujudkan kedaulatan pangan (Suryana, 2003).

Indonesia merupakan negara kepulauan yang terdiri dari beranekaragam budaya dan adat istiadat. Kekayaan akan makanan tradisional di tiap daerah merupakan warisan budaya bangsa yang patut dilestarikan dan dikembangkan. Salah satunya adalah horog-horog, makanan khas dari Bumi Kartini, Kabupaten Jepara, Jawa Tengah. Makanan yang terbuat dari pati aren ini mengandung karbohidrat yang cukup tinggi dan berpotensi sebagai alternatif sumber karbohidrat. Badan Pusat Statistik Jawa Tengah menyatakan potensi pohon aren di Kabupaten Jepara tahun 2013 yaitu 11 Ha dan setiap hektar dapat ditanami 75-100 pohon aren. Menurut Burhanudin (2011), selain sebagai alternatif makanan sumber karbohidrat, horog-horog dapat dikonsumsi oleh penderita diabetes atau pun program diet. Horog-horog diduga dapat membantu menstabilkan kadar gula darah bagi penderita diabetes.

Makanan lokal Kabupaten Jepara ini diolah dari bahan baku pati aren yang kaya akan karbohidrat tetapi masih miskin kandungan proteinnya. Oleh karena itu, untuk memperkaya nilai gizi proteinnya perlu adanya penambahan sumber protein salah satunya yaitu tepung kedelai. Potensi kedelai di Jawa Tengah menurut Badan Pusat Statistik tahun 2012 mencapai 2,6 ton/Ha. Kedelai merupakan salah satu jenis kacang-kacangan yang mengandung protein tinggi dan mudah dicerna oleh tubuh serta nilai Protein Efisiensi Rasio (PER) kedelai dapat disejajarkan dengan protein hewani. Kedelai mengandung protein 35-38% dan 25% lemak, yang keduanya diketahui membantu menyehatkan jantung dan mengurangi resiko terkena kanker (Winarti, 2010).

Saat ini, horog-horog hanya disajikan sebagai makanan pelengkap dan mempunyai daya simpan yang cukup singkat yaitu sekitar 24 jam pada suhu kamar, sehingga perlu diolah sebagai makanan instan untuk memperpanjang masa simpan dan mempermudah penyajiannya. Dalam mempersiapkan penyediaan pangan yang cukup sebagai cadangan pangan perlu disiapkan alternatif produk pangan dengan komposisi gizi yang cukup, praktis dan mempunyai umur simpan yang panjang (Seto, 2001). Pembuatan horog-horog instan

dengan penambahan bahan sumber protein dari tepung kedelai merupakan salah satu bentuk upaya pengolahan pangan lokal alternatif untuk memperkaya nilai gizinya.

Oleh karena itu, berdasarkan potensi yang ada maka perlu adanya penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh substitusi tepung kedelai pada pengolahan horog-horog terhadap sifat fisika, kimia dan organoleptik yang meliputi rasa, tekstur serta warna dari horog-horog instan sebagai pangan pokok lokal di kabupaten Jepara. Selain itu, pengolahan horog-horog dengan substitusi tepung kedelai diharapkan dapat meningkatkan nilai gizinya.

METODOLOGI PENELITIAN

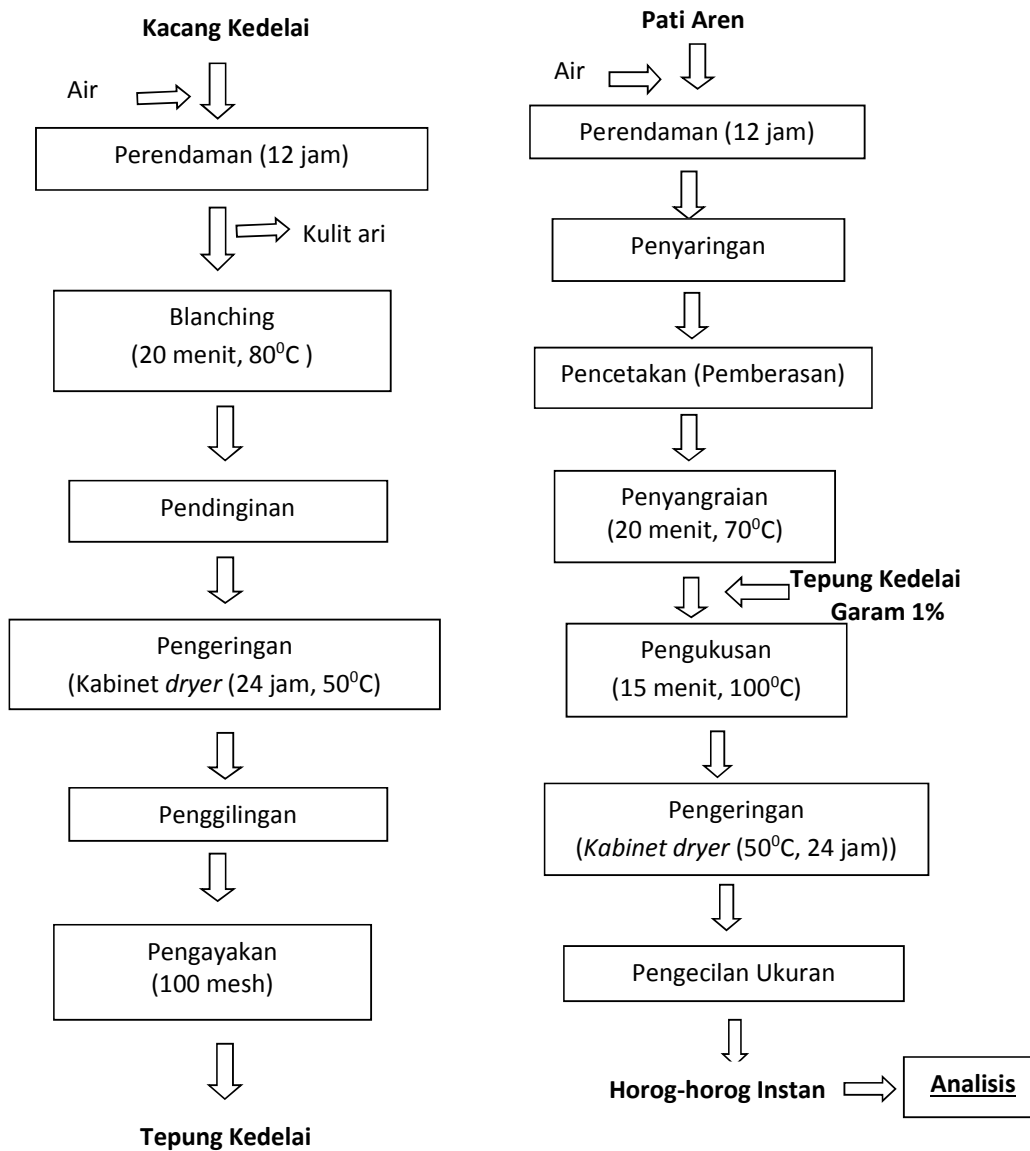
Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan analitik, timbangan digital, kompor, panci pengukus, kabinet *dryer*, sentrifuge, spektrofotometer, seperangkat alat soxhletasi, labu kjedhal, seperangkat alat destilasi, tanur pengabuan, deksikator, pengayak, blender dan beberapa peralatan gelas untuk analisis.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pati aren yang diperoleh dari Desa Bugel, Kecamatan Pecangaan, Kabupaten Jepara; kacang kedelai varietas Malabar yang diperoleh dari pasar satu Kabupaten Jepara; garam. Bahan-bahan untuk analisis yaitu aquadest, H_2SO_4 pekat, $CuSO_4$, $KHSO_4$, $NaOH$, indikator MR, indikator MB, asam asetat dan HCl .

Prosedur Penelitian

Bagan alir proses pembuatan tepung kedelai dan horog-horog instan pada penelitian ini terdapat pada gambar berikut ini:



Gb 1. Pembuatan Tepung Kedelai

Gb 2. Pembuatan Horog-horog Instan

RANCANGAN PERCOBAAN

Metode penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor. Adapun faktor perlakuannya adalah sebagai berikut:

A₀ : Tepung kedelai 0% + pati aren 100%

A₁ : Tepung kedelai 5% + pati aren 95%

A₂ : Tepung kedelai 10% + pati aren 90%

A₃ : Tepung kedelai 15% + pati aren 85%

A₄ : Tepung kedelai 20% + pati aren 80%

A₅ : Tepung kedelai 25% + pati aren 75%

Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali ulangan. Data yang diperoleh dianalisa dengan sidik ragam dilanjutkan dengan Uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen

Tabel 1. Rerata Rendemen Horog-horog

Perlakuan	Rendemen (%)
A ₀	70,10 ^a
A ₁	77,70 ^b
A ₂	76,50 ^b
A ₃	77,00 ^b
A ₄	77,08 ^b
A ₅	77,10 ^b

Secara umum substitusi tepung kedelai (A₁, A₂, A₃, A₄ dan A₅) tidak berpengaruh nyata antar rendemen horog-horog yang dihasilkan. Rendemen horog-horog tanpa substitusi (A₀) lebih rendah dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, hal ini kemungkinan terjadi karena semakin tinggi substitusi tepung kedelai pada horog-horog maka kadar amilosanya semakin rendah. Kadar amilosa horog-horog tanpa substitusi sebesar 25,03%, semakin menurun seiring dengan meningkatnya substitusi tepung kedelai. Penurunan kadar amilosa pada horog-horog menyebabkan rendemen yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan horog-horog tanpa adanya substitusi tepung kedelai. Hal ini sesuai dengan pendapat Suksomboon dan Onanong (2006), amilosa mempunyai ikatan intramolekul yang lebih kuat dibandingkan amilopektin sehingga menyebabkan ikatan hidrogen antara molekul amilosa dan air lebih sulit terbentuk dibandingkan amilopektin.

Daya Serap Air

Tabel 2. Rerata Daya Serap Air Horog-horog

Perlakuan	DSA (g/ml)
A ₀	3,67 ^c
A ₁	2,76 ^{ab}
A ₂	3,01 ^b
A ₃	3,00 ^b
A ₄	2,93 ^b
A ₅	2,36 ^a

Perlakuan A₀ yang tanpa substitusi tepung kedelai, menyebabkan komponen amilosanya tidak bersaing dengan komponen lain seperti protein dan lemak yang ada pada tepung kedelai sehingga pada perlakuan A₀ mempunyai daya serap air tertinggi untuk menembus rantai-rantai lurus amilosa dan suhu yang tinggi untuk mencapai gelatinisasi. Semakin tinggi substitusi tepung kedelai menurunkan kadar amilosa pada horog-horog dan menyebabkan daya ikat air meningkat sehingga menurunkan daya serap air dibandingkan tanpa adanya substitusi.

Sifat Kimia

Tabel 3. Rerata Komposisi Kimia Horog-horog

Komposisi	Formula					
	A ₀ (%)	A ₁ (%)	A ₂ (%)	A ₃ (%)	A ₄ (%)	A ₅ (%)
Air	4,77 ^e	3,45 ^c	3,14 ^b	2,86 ^a	3,51 ^d	3,50 ^{cd}
Abu	0,13 ^a	1,67 ^b	1,94 ^c	2,27 ^d	2,64 ^e	2,84 ^f
Lemak	0,20 ^a	1,58 ^b	3,27 ^c	5,13 ^d	6,14 ^e	6,49 ^f
Protein	0,14 ^a	3,09 ^b	7,01 ^c	8,61 ^d	11,41 ^e	14,65 ^f
Karbohidrat	94,76 ^f	90,23 ^e	84,65 ^d	81,12 ^c	76,27 ^b	72,53 ^a
Pati	58,00 ^f	53,98 ^e	48,92 ^c	44,19 ^a	53,50 ^d	46,53 ^b
Amilosa	25,03 ^f	13,14 ^d	16,07 ^e	9,96 ^b	11,84 ^c	6,73 ^a
Amilopektin	32,97 ^a	40,84 ^d	32,85 ^a	34,23 ^b	41,67 ^e	39,74 ^c

Adanya perbedaan pengaruh dari setiap perlakuan komposisi substitusi tersebut dikarenakan pengaruh kandungan amilosa. Semakin meningkatnya substitusi tepung kedelai maka semakin rendah kandungan amilosanya dan menurunkan daya ikat air dengan demikian kadar air pada horog-horog semakin rendah dibandingkan tanpa adanya substitusi. Hal ini sesuai dengan pendapat Ambarwati *et al.* (2012) bahwa kadar air yang tinggi disebabkan oleh daya ikat air yang tinggi sehingga akan mengurangi pelepasan air selama pemasakan. Pada umumnya kadar air seluruh perlakuan horog-horog tersebut tergolong rendah. Kadar air merupakan parameter utama yang terlibat dalam kebanyakan reaksi kerusakan bahan pangan.

Meningkatnya kadar abu pada horog-horog karena dipengaruhi oleh kadar abu tepung kedelai yang disubstitusikan. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa horog-horog yang dihasilkan pada penelitian ini mempunyai total mineral yang lebih tinggi karena adanya substitusi tepung kedelai.

Meningkatnya kadar lemak pada horog-horog karena dipengaruhi oleh kadar lemak tepung kedelai yang disubstitusikan. Kandungan lemak pada kedelai cukup tinggi yaitu sekitar 20%. Lemak yang terkandung pada kedelai merupakan lemak baik yang dibutuhkan oleh tubuh. Secara umum terlihat bahwa horog-horog yang dihasilkan pada penelitian ini memiliki kadar lemak yang rendah, yaitu kurang dari 10%.

Secara umum kadar protein semakin meningkat seiring dengan meningkatnya komposisi substitusi tepung kedelai. Kedelai merupakan sumber protein yang cukup tinggi, kandungan protein pada kedelai yaitu 40%. Substitusi tepung kedelai akan menurunkan kadar amilosa dan meningkatkan kandungan amilopektin. Pada proses gelatinisasi, pati dengan amilopektin tinggi akan mudah tergelatinisasi sehingga granula pati akan mengembang lebih cepat dan akan lebih banyak mengikat bahan lain seperti protein.

Hasil uji lanjut DMRT bahwa perlakuan A_0 berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan perlakuan A_1 , A_2 , A_3 , A_4 dan A_5 . Nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan A_0 dengan rerata kadar karbohidrat 94,76% sedangkan nilai terendah diperoleh pada perlakuan A_5 dengan rerata kadar karbohidrat 72,53%. Secara umum kadar karbohidrat semakin menurun seiring dengan meningkatnya substitusi tepung kedelai. Hal ini disebabkan karena meningkatnya kadar abu, lemak dan protein dari substitusi tepung kedelai sehingga dengan perhitungan secara *by difference* kadar karbohidrat menjadi berbeda. Tepung kedelai yang mempunyai kandungan serat pangan yang cukup tinggi yaitu 9,3% (Wahjuningsih dan Bambang, 2013).

Kadar pati tertinggi pada perlakuan A_0 yaitu 58,00% dan kadar pati terendah pada perlakuan A_3 yaitu 44,14%. Kadar pati menurun dengan adanya substitusi tepung kedelai dibandingkan tanpa substitusi. Keberadaan lemak dan protein menyebabkan penundaan proses gelatinisasi pati karena menghambat proses hidrasi pati. Meningkatnya substitusi tepung kedelai semakin pula kandungan proteinnya, kandungan protein berperan penting dalam kemampuan pengembangan granula pati. Menurut penelitian Charles *et al.* (2007), protein mengelilingi granula pati, membatasi pengembangan granula, dan sifat kohesinya menghambat keluarnya material dari dalam granula selama proses gelatinisasi.

Kadar amilosa tertinggi pada perlakuan A_0 yaitu 25,03% dan kadar pati terendah pada perlakuan A_5 yaitu 6,73%. Kadar lemak atau protein yang meningkat seiring dengan meningkatnya substitusi tepung kedelai tinggi membentuk ikatan kompleks dengan amilosa sehingga membentuk endapan yang tidak larut dan menghambat pengeluaran amilosa dari granula (Winarno, 2004). Proses pengolahan horog-horog mempengaruhi kandungan amilosa, seperti suhu dan waktu pemasakan. Pati yang berkadar amilosa tinggi mempunyai kekuatan ikatan hidrogen yang lebih besar karena jumlah rantai lurus yang besar dalam granula, sehingga tidak mudah terurai dan membutuhkan energi yang lebih besar serta waktu yang lebih lama untuk gelatinisasi. Dengan demikian diperlukan energi yang lebih besar untuk melepas amilosa sehingga suhu awal gelatinasi yang dicapai akan lebih tinggi

(Richana dan Sunarti, 2004). Semakin tinggi kandungan amilosanya maka memerlukan suhu dan waktu gelatinisasi yang tinggi pula.

Secara umum kandungan amilopektin pada horog-horog yang disubstitusi lebih rendah dibandingkan tanpa substitusi tepung kedelai. Proses pengolahan horog-horog berpengaruh terhadap kadar amilopektin, seperti suhu dan waktu pemasakan. Amilopektin mempunyai suhu dan waktu gelatinisasi yang lebih rendah dibandingkan amilosa. Amilopektin yang mempunyai rantai percabangan menyebabkan mudah terurai sehingga suhu gelatinasi lebih rendah serta waktu gelatinasinya lebih pendek dibandingkan bahan dengan kandungan amilosa tinggi. Suhu gelatinisasi merupakan suatu fenomena sifat fisik pati yang kompleks yang dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain ukuran molekul amilosa dan amilopektin serta keadaan media pemanasan (Richana dan Sunarti, 2004).

Uji Organoleptik

Uji organoleptik yang digunakan pada penelitian ini adalah uji perbandingan jamak. Uji perbandingan jamak menjelaskan kelebihan sampel satu dengan yang lainnya yang dibandingkan dengan baku, sampel yang dibandingkan lebih dari satu sampel. Pada penelitian ini dilakukan uji perbandingan jamak menggunakan baku pembanding nasi dan sampel horog-horog dengan substitusi tepung kedelai (0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan 25%). Uji organoleptik yang dilakukan meliputi uji perbandingan jamak rasa, tekstur dan warna dari setiap perlakuan komposisi substitusi tepung kedelai pada horog-horog.

Tabel 4. Rerata Uji Perbandingan Jamak Rasa

Perlakuan	Uji Perbandingan Jamak Rasa	Skala
A ₀ → Nasi	1,33 ^c	Agak lebih enak
A ₁ → Nasi	-0,56 ^a	Agak kurang enak
A ₂ → Nasi	0,22 ^b	Sama enak
A ₃ → Nasi	0,33 ^b	Sama enak
A ₄ → Nasi	0,44 ^b	Sama enak
A ₅ → Nasi	-1,17 ^a	Agak kurang enak

Skor rerata perbandingan jamak rasa horog-horog yang disubstitusi pada perlakuan A₂, A₃ dan A₄ tidak berbeda nyata dan sama enaknya dengan nasi sehingga dapat diterima oleh panelis. Hal ini dipengaruhi oleh substitusi tepung kedelai sehingga mempunyai rasa khas dan lebih gurih dibandingkan dengan rasa horog-horog tanpa substitusi

Tabel 5. Rerata Uji Perbandingan Jamak Tekstur

Perlakuan	Uji Perbandingan Jamak Tekstur	Skala
A ₀ → Nasi	1,33 ^c	Lebih kenyal
A ₁ → Nasi	-0,11 ^b	Agak kurang kenyal
A ₂ → Nasi	-0,33 ^{ab}	Agak kurang kenyal
A ₃ → Nasi	-0,61 ^{ab}	Agak kurang kenyal
A ₄ → Nasi	-0,44 ^{ab}	Agak kurang kenyal
A ₅ → Nasi	-1,11 ^a	Agak kurang kenyal

Berdasarkan data diatas menunjukkan bahwa perlakuan A₀ berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan perlakuan A₅, A₁, A₄, A₂ dan A₃. Skor tertinggi rerata perbandingan jamak rasa horog-horog yang disubsitusi terdapat pada perlakuan A₀. Hal ini dipengaruhi oleh substitusi tepung kedelai sehingga mempunyai tekstur yang lebih kenyal dan cenderung tidak disukai oleh panelis.

Tabel 6. Rerata Uji Perbandingan Jamak Warna

Perlakuan	Uji Perbandingan Jamak Warna	Skala
A ₀ → Nasi	-1,33 ^a	Agak kurang baik
A ₁ → Nasi	-0,11 ^b	Agak kurang baik
A ₂ → Nasi	0,44 ^c	Sama baik
A ₃ → Nasi	0,94 ^c	Sama baik
A ₄ → Nasi	-0,56 ^{ab}	Agak kurang baik
A ₅ → Nasi	-1,33 ^a	Agak kurang baik

Berdasarkan data diatas menunjukkan bahwa perlakuan A₂ dan A₃ berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan perlakuan A₀, A₅, A₄ dan A₁. Skor tertinggi rerata perbandingan jamak warna horog-horog yang disubsitusi terdapat pada perlakuan A₃. Warna horog-horog A₀ dan A₁ lebih pucat dibandingkan warna nasi, perlakuan A₄ dan A₅ warnanya lebih kusam dan pekat dibandingkan nasi serta perlakuan A₃ dan A₂ memiliki warna yang sama dengan nasi. Hal ini dipengaruhi oleh substitusi tepung kedelai, semakin meningkat komposisi substitusi sehingga mempunyai warna yang semakin kusam/pekat dibandingkan warna horog-horog tanpa substitusi yang cenderung pucat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian pengaruh substitusi tepung kedelai pada horog-horog instan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Substitusi tepung kedelai pada horog-horog instan dalam penelitian ini relatif berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap sifat fisika, sifat kimia dan sifat organoleptik horog-horog instan.
2. Hasil analisis sifat fisik, kimia dan organoleptik horog-horog instan diperoleh substitusi tepung kedelai yang terbaik yaitu pada perlakuan A₂ dengan substitusi 10%. Hasil uji perbandingan jamak horog-horog perlakuan A₂ mempunyai penerimaan yang sama baiknya apabila dibandingkan dengan nasi dan dihasilkan rendemen 76,50%, daya serap air 3,01%, kadar air 3,14%, kadar abu 1,94%, kadar lemak 3,27%, kadar protein 7,01%, kadar karbohidrat 84,65%, kadar pati 48,92%, kadar amilosa 16,07% dan kadar amilopektin 32,85%.

Perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang jenis protein dan kandungan serat pangan pada substitusi horog-horog instan sehingga mempunyai sifat fungsional yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambarwati H, Lilis S dan Obin R. 2011. Pengaruh Penggunaan Tepung Aren (*Arenga pinnata*) Terhadap Sifat Fisik dan Akseptabilitas Rolade Daging Itik. Skripsi Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran Bandung.
- Burhanudin. 2011. *Horog-horog Penganan Tradisional Masyarakat Kabupaten Jepara Sebagai Alternatif Makanan Pokok Pengganti Nasi*. Fakultas Teknik Kimia UNNES.
- Charles AL, Huang TC, Lai PY, Chen CC, Chang YH. 2007. Study Of Wheat Flour-Cassava Starch Composite Mix And The Function Of Cassava Mucilage In Chinese Noodles. *Food Hydrocol* 21: 368-378.
- Louhenapessy. 2010. *Sagu Harapan dan Tantangan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Richana N. dan T. C. Sunarti. 2004. Karakterisasi Sifat Fisikokimia Tepung Umbi dan Tepung Pati Dari Umbi Ganyong, Suweg, Ubikelapa Dan Gembili. *Jurnal Pascapanen*, 1(1): 29-37.
- Seto. 2001. *Pangan dan Gizi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Suryana. 2003. *Kapita Selekta Evolusi Pemikiran Kebijakan Ketahanan Pangan*. Yogyakarta: IKAPI.
- Wahjuningsih, S.B dan Bambang K. 2013. *Pembuatan Tepung Mokal Dengan Penambahan Biang Fermentasi Alami untuk Beras Analog*. Laporan Penelitian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Semarang.
- Winarno, F. G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT. Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.
- Winarti. 2010. *Makanan Fungsional*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

PENINGKATAN KUALITAS KUKIS DENGAN PENAMBAHAN TEPUNG KEDELAI FERMENTASI

lim Sukarti SSia*, Noer Laily MSib, Ir. Sri Istinia^a
Pusat Teknologi Bioindustri- BPPT
PUSPIPTEK-Serpong

Email: iim_ltb@yahoo.co.id

ABSTRAK

Tujuan penelitian : untuk meningkatkan kualitas gizi kukis dengan substitusi kedelai fermentasi dengan tepung terigu. Tepung kedelai difenmentasi dengan bakteri L.Acidophilus 116 suhu 37°C selama 96 jam. Perbandingan kedelai fermentasi dan tepung terigu yang digunakan 0:100, 25:75 dan 50:50. Ketiga formula dilakukan dua perlakuan yaitu sangrai dan tanpa sangrai. Setelah didapatkan formula terpilih, untuk mengetahui daya keterimaan kukis dilakukan uji organoleptik berupa uji penerimaan (uji hendonik) kembali terhadap 52 orang panelis. Formula terpilih kemudian dianalisis sifat fisik : kekerasan (hardness) dan daya patah (fracturability). Selain itu juga uji karakteristik sifat kimia, parameter yang diuji kadar air, abu, protein dan lemak. Hasil uji: kadar air 0:2,998 %; 25:4,228%; 50:4,2953%, kadar abu 0:1,523 %; 25:1,838%; 50:2,212% Kadar protein 0:6,67% ; 25:10,05% ; 50:13,40% Lemak 0:0,477%; 25:0,550%; 50: 0,581% ; Penyerapan kalsium 0:69,244%, 25:89,391%, 50:113,375%. Hasil uji tekstur tingkat kekerasan (hardness) 0:570,115gf ; 25:669,754gf; 50:763,600gf dan daya patah (fracturability) 0:39,079mm; 25:39,862; 50:40,234mm.

Kata kunci : kukis, tepung kedelai fermentasi, bakteri L.Acidophilus 116.

PENDAHULUAN

Kacang kedelai merupakan salah satu polong-polongan yang kaya kandungan nutrisi baik bagi tubuh. Di Indonesia sendiri sudah banyak olahan kacang kedelai seperti tempe, tahu dan susu kedelai. Di berbagai negara seperti Jepang dan Cina menjadikan kedelai sebagai salah satu makanan yang hampir dikonsumsi oleh semua penduduknya.

Fermentasi merupakan proses yang relatif murah yang telah lama dilakukan. Proses fermentasi dengan cara dan dosis yang sesuai mampu menghasilkan produk protein, menurunkan kadar lemak, dan membentuk (menyederhanakan) karbohidrat kompleks.

Fermentasi adalah segala macam proses metabolik dengan bantuan enzim dari mikroba (jasad renik) untuk melakukan oksidasi, reduksi, hidrolisa dan reaksi kimia lainnya sehingga terjadi perubahan kimia pada suatu substrat organik (Saono, 1976). Mikroba yang banyak digunakan sebagai inokulum fermentasi adalah kapang, bakteri, khamir dan ganggang. Pemilihan inokulum yang akan digunakan lebih berdasarkan pada komposisi media, teknik proses, aspek gizi dan aspek ekonomi (Tannembaum & Wang, 1975).

Penggunaan Bakteri *L. Acidophilus* sebagai inokulum sudah banyak dilakukan. Bakteri *L. acidophilus* bakteri yang memproduksi asam laktat sebagai produk utama dari

metabolisme fermentasi dan menggunakan laktosa sebagai sumber karbon utama dalam memproduksi energi. *L. acidophilus* juga menciptakan laktase, yang merupakan enzim yang merubah laktosa (gula susu) menjadi gula sederhana dan meningkatkan tingkat vitamin yang diserap. Beberapa nutrisi yang diserap oleh *L. acidophilus* adalah vitamin K dan B, Kalsium dan asam lemak.

BAHAN DAN METODE

- Tahapan Penelitian

Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi pembuatan hidrolisat kedelai fermentasi dan pembuatan kukis. Komposisi bahan baku kukis yang dilakukan ialah tepung terigu 100gr, 75g dan 50g ; susu 7,5 g; gula tepung 50g; margarin 100g; kuning telur 1 butir dan kacang mede 50 g. Jumlah penambahan hidrolisat kedelai fermentasi berdasarkan persentase dari jumlah tepung terigu dan terbagi menjadi tiga formula hidrolisat yaitu : F1 (0%), F2 (25%) dan F3 (50%). Sampel kukis yang dihasilkan kemudian disimpan dalam wadah tertutup untuk diuji organoleptik, proksimat serta *hardness* dan *fracturability*-nya

- Formula kukis

Tahapan ini dilakukan dengan bahan baku tepung terigu yang disubstitusi dengan tepung kedelai fermentasi. Perbandingan tepung kedelai yang digunakan 0, 25 dan 50. Sedangkan bahan lain yang digunakan untuk formula sama, kecuali tepung terigu. Formula terpilih kemudian dianalisis sifat fisik(kekerasan/ *hardness*) dan daya patah (*fracturability*). Selain itu juga di uji sifat kimia yang meliputi kadar air, abu, protein dan lemak.

- Analisis Data

Metode penelitian yang digunakan metode eksperimental dan deskriptif. Parameter yang diamati ialah kandungan proksimat (kadar air, kadar abu, kadar protein dan lemak) berdasarkan SNI 01-2973-1992 dan sifat fisik yaitu *hardness* dan *fracturability* menggunakan *textur analyzer*, metode deskriptif digunakan untuk menghasilkan uji organoleptik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Formula kukis dengan substitusi tepung kedelai fermentasi

Formula awal berdasarkan resep yang sudah ada, kemudian tepung terigu disubstitusikan dengan tepung kedelai fermentasi dengan perbandingan 0:100; 25:75 dan 50:50. Kemudian dilakukan uji organoleptik penerimaan dengan dua perlakuan yaitu sangrai dan tanpa sangrai. 78,8% dari 52 panelis menyukai perlakuan sangrai (A) dan 59,6 dari 52 panelis menyukai perlakuan tanpa sangrai (B). Data hasil organoleptik diolah secara deskriptif berdasarkan statistik

Hasil penerimaan panelis berdasarkan perlakuan terlihat pada tabel :

Kukis kelompok A bisa diterima

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
ya	1	1,9	1,9	1,9
Valid tidak	41	78,8	78,8	80,8
tidak beda	8	15,4	15,4	96,2
Total	2	3,8	3,8	100,0
	52	100,0	100,0	

Kukis kelompok B bisa diterima

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
ya	31	59,6	59,6	59,6
Valid tidak	12	23,1	23,1	82,7
tidak beda	9	17,3	17,3	100,0
Total	52	100,0	100,0	

Sifat kimia kukis

Proksimat kukis

Kandungan zat-zat gizi pada kukis diuji dengan melakukan penambahan tepung kedelai fermentasi dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis proksimat sampel kukis

Parameter	Tepung kedelai fermentasi			SNI
	0	25	50	
Kadar air (%)	4,181	3,957	3,076	Maks 5%
Kadar abu (%)	1,665	1,799	2,471	Maks 1,5%
Kadar protein (%)	6,67	10,5	13,40	Min 9%
Kadar lemak (%)	32,128	36,321	38,806	Min 9,5%
Penyerapan Ca (%)	69,244	89,391	113,375	

Kadar Air

Nilai kadar air menunjukkan hasil yang menurun bersamaan dengan semakin meningkatnya penambahan kedelai fermentasi. Kukis dengan penambahan kedelai fermentasi perlakuan 50 menunjukkan jumlah kandungan air yang rendah 3,0760% sedangkan perlakuan 0 kandungan air mencapai 4,181%). Proses pengeringan berlangsung dengan baik dan masih memenuhi standar kadar air biskuit yang ditetapkan oleh Badan Standar Nasional (1992) yaitu maximum 5%.

Kadar Abu

Kadar abu akan dipengaruhi oleh adanya mineral-mineral awal dalam bahan baku. Nilai kadar abu dari kukis yang dihasilkan cenderung meningkat seiring bertambahnya kedelai fermentasi yang ditambahkan yaitu: f1(1,665% perlakuan 0 meningkat 2,471 % pada perlakuan 50). Penambahan jumlah kadar abu kukis disebabkan adanya tambahan mineral dari hidrolisat kedelai yang ditambahkan pada formulasi kukis tersebut. Hasil kadar abu hidrolisat kedelai fermentasi mencapai 4,796 % .

Kadar Protein

Kadar protein yang dihasilkan pada formula ini meningkat seiring dengan bertambahnya tepung kedelai fermentasi yang ditambahkan : 0:6,67% ; 25:10,5% ; 50: 13,40%. Jika dibandingkan dengan persyaratan kadar protein minimum biskuit berdasarkan SNI, kadar protein kukis kedelai fermentasi ini lebih tinggi. Hal ini disebabkan kedelai fermentasi dapat meningkatkan protein hingga 2 kali lipat.

Kadar Lemak

Kandungan lemak kukis cenderung meningkat nilainya bersamaan dengan bertambahnya jumlah tepung kedelai fermentasi (32,12% pada perlakuan 0 meningkat hingga 38,80% pada perlakuan 50). Hal ini dapat terjadi karena kandungan nutrisi lain seperti protein dan kadar abu dalam uji proksimat meningkat karena adanya penambahan susu bubuk, margarin dan kacang mede. Penambahan tepung kedelai fermentasi pada perlakuan 50 meningkatkan kadar lemak sebesar 6,78%, masih memenuhi standar kadar lemak yang ditetapkan SNI (1992) yaitu minimum 9,5%.

Penyerapan Kalsium

Hasil analisa penyerapan kalsium menunjukkan adanya peningkatan penyerapan kalsium seiring dengan bertambahnya tepung kedelai yang ditambahkan (69,244 perlakuan 0 meningkat hingga 113,375 pada perlakuan 50). Hal ini menunjukkan dengan mengkonsumsi kukis tepung kedelai fermentasi, adanya penyerapan kalsium di dalam tubuh.

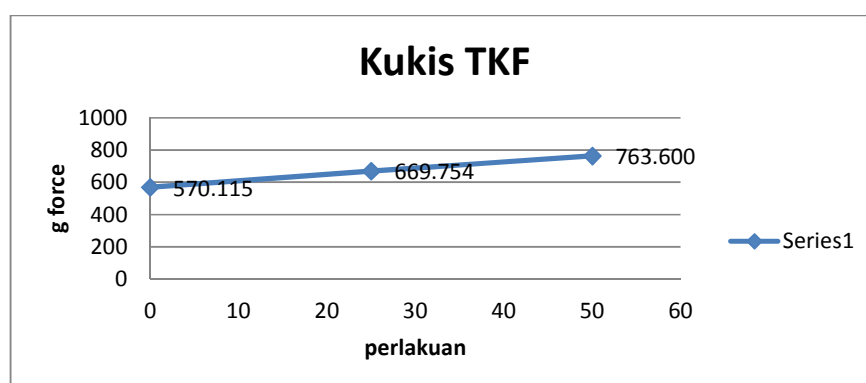
Kalsium memiliki beberapa fungsi dalam tubuh, diantaranya adalah sebagai pembentuk tulang dan gigi, mengatur pembekuan darah, sebagai katalisator reaksi biologis, dan untuk kontraksi otot (Sherrington & Gaman 1992) Penyerapan kalsium dipengaruhi oleh faktor-faktor tertentu. Pertama faktor pendukung, yaitu vitamin D dan protein. Kedua faktor

penghambat, yaitu serat makanan dan zat organik. Adanya zat organik seperti asam oksalat dan asam fitat akan mengikat kalsium dan membentuk garam yang tidak larut (Winarno 2002).

Karakteristik Fisik

Hardness

Hasil pengujian terhadap tingkat kekerasan (*hardness*) pada gambar 1, menunjukkan nilai rata-rata kekerasan kukis tepung kedelai fermentasi tertinggi adalah 763,6 gf perlakuan 50 tepung kedelai fermentasi dan yang terendah adalah 570,115 gf perlakuan 0 tepung kedelai fermentasi. Hal ini menunjukkan bahwa dengan bertambahnya tepung kedelai fermentasi pada kukis tingkat kekerasan juga meningkat. Nilai kekerasan kukis yang terukur serta tekstur kukis akan dipengaruhi oleh komposisi penyusun kukis, suhu dan waktu pemanggangan (*bake*).



Gambar 1. Grafik nilai hardness kukis tepung kedelai fermentasi

Nilai kekerasan yang semakin meningkat menggambarkan tekstur yang bersifat kurang renyah. Faktor yang mempengaruhi nilai kekerasan produk kukis yang dihasilkan ialah formulasi kukis, ketebalan kukis serta konsentrasi tepung kedelai fermentasi yang ditambahkan (Kaya 2008).

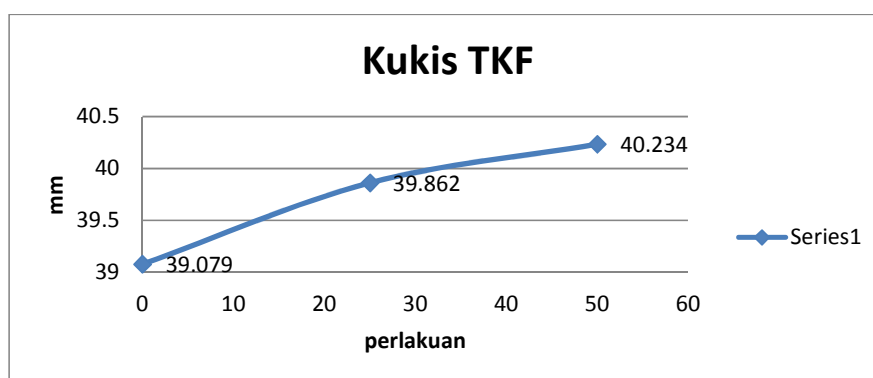
Tepung sangat mempengaruhi tekstur produk yang dipanggang kekerasan (*hardness*) dan bentuk kukis. Sifat dari pengaruh ini berbeda bagi kukis yang berbeda dan berkaitan dengan pengkayaan oleh lemak, gula dan adonan yang dicampur. Jika kadar abu tepung terlalu tinggi maka fungsi gluten selama pemanggangan terganggu dan struktur kukis akan berbeda (Manley 2000).

Suhu dan waktu pemanggangan juga dapat mempengaruhi tingkat kekerasan kukis yang dihasilkan. Pemanasan cepat pada suhu tinggi menyebabkan perubahan yang lebih besar pada tekstur makanan. Perubahan tekstur pada pemanggangan ditentukan oleh

sifat makanan (kandungan alami dan komposisi lemak, protein, karbohidrat struktural, suhu dan lamanya pemanasan).

Fracturability

Data hasil pengujian terhadap tingkat *fracturability* pada gambar 2. dibawah ini menunjukan bahwa nilai rata-rata *fracturability* kukis tertinggi adalah 40,234 mm (perlakuan 50) dan nilai terendah adalah 39,079 mm (perlakuan 0).



Gambar 2. Grafik nilai *fracturability* kukis tepung kedelai fermentasi

Hal ini menunjukan bahwa semakin besar penambahan tepung kedelai fermentasi pada kukis maka tingkat *fracturability*–nya cenderung akan semakin besar. *Fracturability* itu sendiri mengalami kerapuhan atau kemudahhancuran dari kukis yang diuji. Faktor yang mempengaruhi yaitu komposisi, suhu dan proses pemanggangan. Berdasarkan kedua atribut tekstur ini dapat dikatakan bahwa semakin banyak tepung kedelai fermentasi yang ditambahkan maka tingkat kekerasan dan kerapuhan semakin tinggi. Tidak semua bahan pecah atau rapuh, tetapi jika bahan-bahan tersebut rapuh maka titik *Fracturability* terjadi diantara plot grafik memiliki puncak yang signifikan (gaya menurun) selama penekanan produk oleh probe. (Bourne 1982).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan :

- 1) Kadar air kukis semakin rendah bersamaan dengan semakin bertambahnya penambahan tepung kedelai fermentasi.
- 2) Nilai kadar abu, kadar protein, kadar lemak dan penyerapan kalsium meningkat bersamaan dengan semakin bertambahnya jumlah tepung kedelai fermentasi dalam formulasi kukis
- 3) Hasil pengujian *hardness* menunjukkan bahwa semakin besar jumlah penambahan tepung kedelai fermentasi pada kukis maka tingkat kekerasannya juga akan meningkat. Hasil pengujian *fracturability* menunjukan bahwa semakin besar jumlah

tepung kedelai fermentasi pada kukis maka tingkat *fracturability* semakin besar. Nilai kekerasan dan daya patah kukis sebagian besar dipengaruhi oleh komposisi penyusun kukis, suhu dan waktu pemanggangannya.

DAFTAR PUSAKA

- Bourne, M.C. 1982. Food Texture and Viscosity, Academic Press. New York.
- BSN (Badan Standarisasi Nasional). 1992. *SNI 01-2973-1992 Mutu dan Cara Uji Biskuit*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta
- Eko Sunardiyanto, dkk. Pengaruh Substitusi Tepung Kedelai dengan Tepung Kulit Ari Kedelai Terfermentasi terhadap Kualitas Kimia Pelet Lele
- Hirokyu Tanimoto, Masato Mori, Masao Motoki, Kunio Torii, Motoni Kadowati and Todashi Nobuchi. 'Natto Mucilage Containing Poly-γ-glutamic Acid Increases Soluble Calcium in the Rat Small Intestine'. *Biosci, Biotechnol, Biochem*, 65 (3).516-521, 2001
- Liandani, dkk. Formulasi Pembuatan Mie Instan Bekatul. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* Vol. 3 No 1 p. 174-185, Januari 2015.
- Lianitya C.A, dkk. Karakteristik Organoleptik Biskuit dengan Penambahan Tepung Ikan Teri Nasi (*Stolephorus spp*)
- Mervina, C. 2012. Formulasi Biskuit Dengan Substitusi Tepung Ikan Lele Dumbo dan Isolat Protein Kedelai Sebagai Makanan Potensial Untuk Anak Balita Gizi Kurang. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* Vol 23 No. 1 pp: 9-16
- Ningrum S, Reza S dan Irma M. Peningkatan Kualitas Bahan Nabati (Dedak padi dan Dedak polar) melalui poses fermentasi (*Rhizopus oligospora*) Dan Penggunaannya Dalam Pakan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*).
- Rusky Intan P, dkk. Karakteristik Biskuit dengan Penambahan Tepung Tulang Ikan Jangilis (*Istiophorus Sp.*)
- Samahita, G. 1980. Mempelajari pembuatan tepung kedelai tidak langu dan beberapa penggunaannya. Skripsi . Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor, Bogor. 68 halaman
- Sherrington KB, Gaman PM. 1992. *Ilmu Pangan, Pengantar Ilmu Pangan, Nutrisi dan Mikrobiologi*. Ed ke-2. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Winarno FG. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

FORMULASI SERBUK *EFFERVESCENT* DARI EKSTRAK BUNGA BELIMBING WULUH (*Averrhoa bilimbi* L)

Formulation of Star Fruit Wuluh Flower Extract (Averrhoa bilimbi L) on The Effervescent Powder

Haslina dan Sri Budi Wahjuningsih
Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Semarang
Jl. Soekarno Hatta, Tlogosari Semarang

email : chana_panca@yahoo.com

ABSTRACT

One source of natural antioxidants are used as raw material for functional foods is a Wuluh starfruit flower (*Averrhoa bilimbi* L). Research aims to produce effervescent powder with the addition of flower extract starfruit (*Averrhoa bilimbi* L). Research using a randomized block design (RAK) that arranged with one factor and three replications. Further tests were used test of Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at 5%. Each formula is analyzed using the parameters color intensity, pH, water absorption and speed dissolve.

Effervescent powder formulation wuluh starfruit flower extract significantly ($p < 0.05$) to the color intensity, water absorption, pH and dissolved speed. The best treatment in the formula II is effervescent powder flower extract starfruit with 14,90 % color intensity, 119.67% water absorption, 6 pH and speed of 160.67 seconds late.

Keywords: Anthocyanins, Flowers Belimbing Wuluh, Effervescent Powder

ABSTRAK

Salah satu sumber antioksidan alami yang dimanfaatkan sebagai bahan baku pangan fungsional adalah bunga belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L). Penelitian ini bertujuan untuk memproduksi serbuk effervescent dengan penambahan ekstrak bunga belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L). Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun dengan 1 faktor dan 3 kali ulangan. Uji lanjut yang digunakan Uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf 5 %. Setiap formula dianalisis menggunakan parameter intensitas warna, pH, daya serap air dan kecepatan larut.

Formulasi serbuk effervescent ekstrak bunga belimbing wuluh berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap intensitas warna, daya serap air, pH dan kecepatan larut. Perlakuan terbaik pada formula II yaitu serbuk effervescent ekstrak bunga belimbing wuluh dengan intensitas warna 14,90 %, daya serap air 119,67 %, pH 6 dan kecepatan larut 160,67 detik.

Kata Kunci : Antosianin, Bunga Belimbing Wuluh, Serbuk Effervescent

PENDAHULUAN

Meningkatnya status sosial dan ekonomi, pelayanan kesehatan masyarakat, perubahan gaya hidup, bertambahnya umur harapan hidup, maka Indonesia mengalami pergeseran pola penyakit dan penyakit menular menjadi penyakit tidak menular dari penyakit menular menjadi penyakit tidak menular. Salah satu sumber antioksidan alami yang berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pangan fungsional adalah bunga

belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L). Tanaman ini termasuk ke dalam famili oxalidaceae yang ditemukan hampir diseluruh pelosok nusantara. Bunga belimbing wuluh mengandung vitamin C, zatbesi, karoten, fenolat, flavonoid, tiamin, riboflavin dan niasin serta berkhasiat sebagai obat sariawan, tekanan darah tinggi, diabetes, rematik, pegal linu dan obat batuk (Anonim, 2004).

Pada penelitian ini ekstraksi antosianin bunga belimbing wuluh diaplikasikan pada serbuk *effervescent*. Serbuk *effervescent* merupakan alternatif pengembangan produk minuman ringan yang menarik dan memberikan variasi dalam penyajian minuman tradisional, juga praktis dalam penyimpanan dan transportasi dibanding minuman ringan biasa dalam bentuk cair.

Aplikasi pigmen antosianin daribunga belimbingwuluh pada serbuk *effervescent* belum pernah dilakukan dan belum diketahui konsentrasi penambahan pigmen yang tepat agar dihasilkan warna yang menarik. Menurut Hendry dan Houghton (1992), penambahan konsentrasi antosianin pada minuman ringan adalah 30-40 ppm, sedangkan pigmen antosianin dariblackcurrant yang cenderung berwarna keunguan ditambahkan pada konsentrasi 2000-4000 ppm.

METODOLOGI

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan ada dua macam, yaitu bahan pembuatan produk dan bahan analisis. Bahan pembuatan produk yang digunakan yaitu bunga belimbing wuluh, natrium bikarbonat, natrium karbonat, maltodekstrin, sorbitol, asam sitrat, asam askorbat dan asam stearat, sedangkan bahan untuk analisis yaitu folin dennis, DPPH, aquades, Na_2CO_3 7,5 %, Na_2CO_3 jenuh dan etanol 96 %.

Alat

Alat yang digunakan untuk pembuatan produk serbuk *effervescent* ekstrak bunga belimbing wuluh adalah timbangan, *beaker glass*, erlenmeyer, corong, kain saring, *blender*, spatula, plastik, loyang dan pengering vakum. Sedangkan alat untuk analisis adalah pH meter model PHS-3C Rex, *Color reader*, timbangan digital, spektrofotometer, *oven*, *deksikator*, *sentrifuge*, *buret* dan glassware.

Prosedur

Metode Penelitian

Ekstrak bunga belimbing wuluh terbaik dibuat bubuk dengan menambahkan maltodekstrin. Selanjutnya diaplikasikan pada pembuatan serbuk *effervescent* dengan perlakuan berbagai rasio bubuk pigmen dan sorbitol (Tabel 1).

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan satu faktor yang terdiri dari 6 perlakuan. Masing-masing perlakuan diulang 3 kali dengan formulasi seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Formulasi Serbuk *Effervescent*

KOMPONEN	FORMULASI (gram)					
	I	II	III	IV	V	VI
Bubuk pigmen	0	1,8	1,6	1,4	1,2	1
Sorbitol	0	0,2	0,4	0,6	0,2	1
Na-karbonat	0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Na-bikarbonat	0	1,36	1,56	1,76	1,96	2,16
AsamSitrat	0	1,05	0,85	0,65	0,45	0,25
AsamAskorbat	0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Maltodekstrin	0	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Asam Stearat	0	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06

Selanjutnya, data yang diperoleh dianalisis varian dan apabila ada perbedaan antar perlakuan dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test (DMRT)* pada taraf 5%.

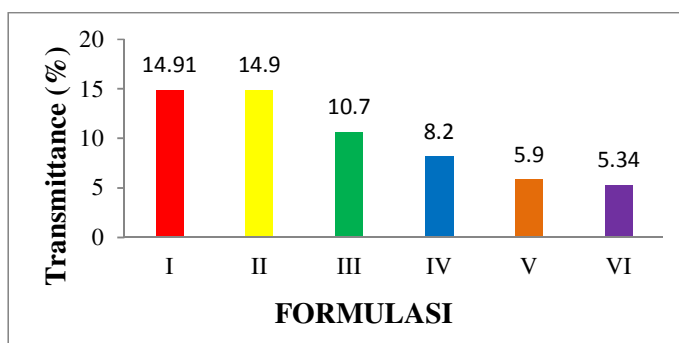
Analisis

Analisis yang dilakukan meliputi intensitas warna, daya serap air, pH dan kecepatan larut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengaruh Formulasi Terhadap Intensitas Warna

Rerata formulasi terhadap intensitas warna serbuk *effervescent* ekstrak bunga belimbing wuluh berkisar 5,34-14,91. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa formulasi berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap intensitas warna serbuk *effervescent* ekstrak bunga belimbing wuluh. Setelah dilakukan uji lanjut menggunakan *Duncan Multiple Range Test (DMRT)* pada taraf 5 % diperoleh hasil seperti terlihat pada Tabel 1.



Gambar 1. Intensitas Warna Serbuk *Effervescent*

Tabel 1. Rerata Intensitas Warna Serbuk *Effervescent*

Formulasi Serbuk <i>Effervescent</i> Bunga Belimbing Wuluh	Transmittance (%)
Formula 1	14,91 ^e
Formula 2	14,90 ^e
Formula 3	10,70 ^d
Formula 4	8,20 ^c
Formula 5	5,90 ^b
Formula 6	5,34 ^a

Keterangan:

1. Data kombinasi perlakuan yang diikuti dengan superscript huruf yang berbeda berarti terdapat perbedaan yang nyata ($p < 0,05$), sedangkan superscript yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($p > 0,05$).
2. Rerata pada kolom yang sama diikuti dengan superscript huruf yang berbeda berarti terdapat perbedaan yang nyata ($p < 0,05$).
3. Rerata pada baris yang sama diikuti dengan superscript huruf yang berbeda berarti terdapat perbedaan yang nyata ($p < 0,05$).

B. Pengaruh Formulasi Terhadap Daya Serap Air

Rerata Formulasi terhadap daya serap air serbuk *effervescent* ekstrak bunga belimbing wuluh berkisar antara 82,67 %-129,67% Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa formulasi berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap daya serap air serbuk *effervescent* ekstrak bunga belimbing wuluh. Setelah dilakukan uji lanjut menggunakan *Duncan Multiple Range Test (DMRT)* pada taraf 5 % diperoleh hasil seperti terlihat pada Tabel 2

Tabel 2. Rerata Daya Serap Air Serbuk *Effervercent*

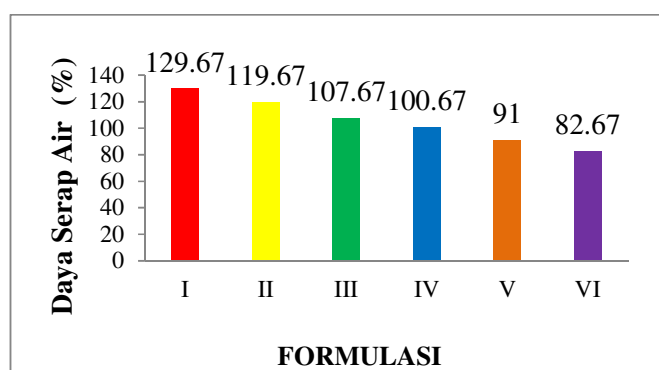
Formulasi Serbuk <i>Effervescent</i> Bunga Belimbing Wuluh	Daya Serap Air (%)
Formula 1	129,67 ^f
Formula 2	119,67 ^e
Formula 3	107,67 ^d
Formula 4	100,67 ^c
Formula 5	91,00 ^b
Formula 6	82,67 ^a

Keterangan:

1. Data kombinasi perlakuan yang diikuti dengan superscript huruf yang berbeda berarti terdapat perbedaan yang nyata ($p < 0,05$), sedangkan superscript yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($p > 0,05$).
2. Rerata pada kolom yang sama diikuti dengan superscript huruf yang berbeda berarti terdapat perbedaan yang nyata ($p < 0,05$).

3. Rerata pada baris yang sama diikuti dengan superscript huruf yang berbeda berarti terdapat perbedaan yang nyata ($p < 0,05$).

Diagram batang daya serap air serbuk *effervescent* ekstrak bunga belimbing wuluh dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rerata Daya Serap Air Serbuk *Effervescent*

Daya serap air merupakan parameter yang menunjukkan besarnya kemampuan pakan menarik air disekelilingnya (kelembaban udara) untuk berikatan dengan partikel bahan atau tertahan pada pori antara partikel bahan (Yulianti *et al*, 2001). Perbedaan daya serap air diduga disebabkan oleh konsentrasi larutan. Konsentrasi larutan yang tinggi lebih banyak menyerap air.

C. Pengaruh Formulasi Terhadap pH

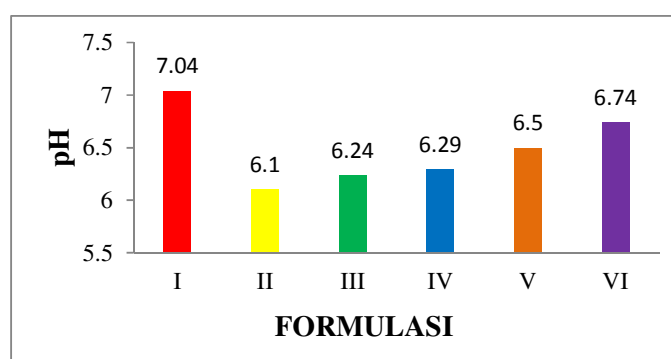
Rerata formulasi terhadap pH serbuk *effervescent* formulasi ekstrak bunga belimbing wuluh berkisar 6-7. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa formulasi berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap pH serbuk *effervescent* ekstrak bunga belimbing wuluh. Setelah dilakukan uji lanjut menggunakan *Duncan Multiple Range Test (DMRT)* pada taraf 5 % diperoleh hasil seperti terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rerata pH Serbuk *Effervescent*

Formulasi Serbuk <i>Effervescent</i> Bunga Belimbing Wuluh	pH
Formula 1	7,04 ^e
Formula 2	6,10 ^a
Formula 3	6,24 ^b
Formula 4	6,29 ^b
Formula 5	6,50 ^c
Formula 6	6,74 ^d

Keterangan:

1. Data kombinasi perlakuan yang diikuti dengan superscript huruf yang berbeda berarti terdapat perbedaan yang nyata ($p < 0,05$), sedangkan superscript yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($p > 0,05$)
2. Rerata pada kolom yang sama diikuti dengan superscript huruf yang berbeda berarti terdapat perbedaan yang nyata ($p < 0,05$)
3. Rerata pada baris yang sama diikuti dengan superscript huruf yang berbeda berarti terdapat perbedaan yang nyata ($p < 0,05$)



Gambar 3. pH Serbuk *Effervescent*

Pada Tabel 3 terlihat bahwa formula I berbeda nyata dengan formula II, III, IV, V dan VI. Nilai pH mengalami kenaikan seiring dengan meningkatnya formulasi. Volume pelarut semakin besar diduga akan menaikkan kelarutan asam yang digunakan untuk proses ekstraksi. Selain pada pH yang sangat asam, hidrolisis asam yang terjadi sangat besar. Hidrolisis asam memecah antosianidin sebagai kopigmen dengan gula. Terpisahnya antosianidin dengan gula menyebabkan menurunnya total antosianin dalam bunga, sehingga pada pH asam dapat melarutkan lebih banyak gula. Fungsi gula pada antosianin yaitu untuk mengikat dan menjaga kestabilan antosianin. Jika lebih banyak gula yang larut, maka akan menurunkan total antosianin bunga, karena gula dapat melindungi antosianin dari degradasi (Rein, 2005).

D. Pengaruh Formulasi Terhadap Kecepatan Larut

Rerata formulasi terhadap kecepatan larut serbuk *effervescent* ekstrak bunga belimbing wuluh berkisar 72,33-200,33 detik. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa formulasi berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kecepatan larut serbuk *effervescent* ekstrak bunga belimbing wuluh. Setelah dilakukan uji lanjut menggunakan *Duncan Multiple Range Test (DMRT)* pada taraf 5 % diperoleh hasil seperti terlihat pada Tabel 4. Pada Tabel 4 terlihat bahwa formula II berbeda nyata dengan formula IV, V dan VI.

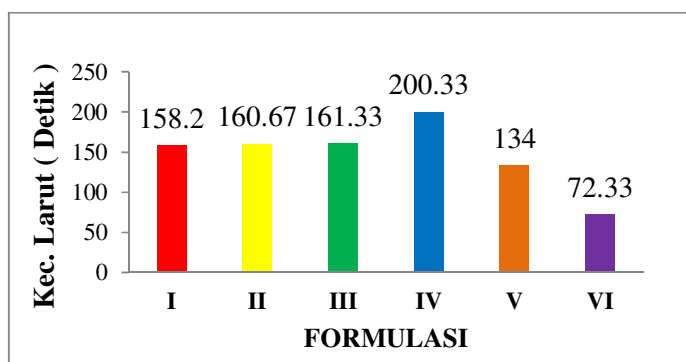
Tabel 4. Rerata Kecepatan Larut Serbuk *Effervescent*

Formulasi Serbuk <i>Effervescent</i> Bunga Belimbing Wuluh	Kecepatan Larut (detik)
Formula 1	158,2 ^c
Formula 2	160,67 ^c
Formula 3	161,33 ^c
Formula 4	200,33 ^d
Formula 5	134,00 ^b
Formula 6	72,33 ^a

Keterangan:

1. Data kombinasi perlakuan yang diikuti dengan superscript huruf yang berbeda berarti terdapat perbedaan yang nyata ($p < 0,05$), sedangkan superscript yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($p > 0,05$)
2. Rerata pada kolom yang sama diikuti dengan superscript huruf yang berbeda berarti terdapat perbedaan yang nyata ($p < 0,05$)
3. Rerata pada baris yang sama diikuti dengan superscript huruf yang berbeda berarti terdapat perbedaan yang nyata ($p < 0,05$)

Diagram batang rerata kecepatan larut serbuk *effervescent* ekstrak bunga belimbing wuluh dapat dilihat pada Gambar 4.

Gambar 4. Kecepatan Larut Serbuk *Effervencent*

Gambar 4 menunjukkan ketidakstabilan kecepatan larut. Hal ini dapat dilihat pada diagram batang di atas pada formulasi II, III, IV, V, dan VI. Dari gambar di atas dapat dilihat kecepatan larut tercepat terdapat pada formulasi VI yaitu 72,33 detik. Sedangkan paling lambat terdapat pada formulasi IV yaitu 200,33 detik. Perbedaan ini diduga karena sifat alir serbuk yang berbeda.

Faktor yang sangat berpengaruh terhadap kecepatan larut serbuk *effervescent* bahan penghancur berupa sumber asam (asam tartarat dan asam malat) dan sumber basa

(natrium bikarbonat). Namun besarnya kandungan bahan pengisi maltodekstrin dapat menghambat natrium bikarbonat untuk bereaksi dengan air, sehingga kecepatan larut serbuk *effervescent* dengan kandungan maltodekstrin memiliki kecepatan larut yang semakin lama.

Fraksi natrium bikarbonat yang tinggi akan menimbulkan kelarutan lebih cepat, hal ini terjadi karena natrium bikarbonat berfungsi sebagai bahan penghancur. Ketika bereaksi dengan air akan menghasilkan gas CO₂ dan memberikan efek yang menyegarkan. Fung dan King (2003) melaporkan bahwa fraksi natrium bikarbonat yang tinggi menyebabkan kelarutan menjadi cepat. Selain jumlah sumber asam dan sumber basa serta konsentrasi zat pengisi dalam formulasi dan proses pencampuran kedua bahan ini juga mempengaruhi kecepatan larut serbuk *effervescent*.

KESIMPULAN

Formulasi serbuk *effervescent* ekstrak bunga belimbing wuluh berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap intensitas warna (*transmittance*), daya serap air, pH dan kecepatan larut. Perlakuan terbaik pada formula II yaitu serbuk *effervescent* ekstrak bunga belimbing wuluh dengan intensitas 14,90 %, daya serap air 119,67 %, pH 6 dan kecepatan larut 160,67 detik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2004. BelimbingWuluh. Iptek Net. <http://iptek.net.idcakraobat/tanamanobat.php?id:69> (acces 14 Pebruari 2004).
- Burhan, L., Yoemlan, P.V.Y, dan Suprpti, H.S. 2012. Formulasi Sediaan Granul *Effervescent* Sari Buah Sirsak (*Annona muricata* L). UNSRAT, STIKES Muhammadiyah. Manado.
- Fung, K.Y. and King, N.M., 2003. Product-Centered Processing: Pharmaceutical Tablets and Capsules. J. AIChE 49(5):1193-1218.
- Hendry. 1996. Natural Food Colours. Di dalam Natural Food Colorants. Hendry, G. A. F. dan J. D. Houghton (ed.). 1996. 2 nd ed. Blackie Academic& Profesional London.
- Hulme, A. C., 1971. The Biochemistry of Fruits and Their Products. Academic Press Inc. New York. 1971.
- Yulianti et al (2001). *Penetapan Kadar β -Karoten dalam Buah Pepaya (Carica papaya L.) Secara Kromatografi Cair Kinerja Tinggi*.
- Rein, M, 2005. Copigmentation Reactions and color stability of Berry Anthocyanin. Academic Dissertation. Helsinki:University of Heslinci.

PEMBUATAN ES KRIM SINBIOTIK DARI UMBI GEMBILI (*Dioscorea esculenta*)

MANUFACTURING ICE-CREAM SINBIOTIC FROM GEMBILI TUBER (*Dioscorea esculenta*)

Ulya Sarofa, Tri Mulyani, Cicin Nilawati
Program Studi Teknologi Pangan, FTI, UPN "Veteran" Jatim
Jl. Raya Rungkut Madya, Surabaya, Indonesia

E-mail: sarofaulya@yahoo.co.id

ABSTRACT

Gembili (Dioscorea esculenta) is a local plant which has not been much utilized. One of the innovations that made is the creation of the ice cream made from Gembili (Dioscorea esculenta) tuber. In gembili tuber contains soluble dietary fiber in the form of inulin which has prebiotic characteristics. The addition of the bacteria Lactobacillus casei and Bifidobacterium breve will give effect sinbiotik on ice cream produced.

This study used a Completely Randomized Design with two factors. Factor I is the addition of skim milk (2.5; 5; 7.5) % b/v and factor II is the concentration of the starter (Lactobacillus casei : Bifidobacterium breve 1:1) (2; 4; 6) %.

The results showed that the best treatment is obtained from the addition skim milk 7.5 % and concentration of the starter (Lactobacillus casei: Bifidobacterium breve) 6 %. The treatment has the viability of lactic acid bacteria on week 1-4 as the following number 98,26; 97,65; 97,19; 96, 094 respectively; total soluble protein 1,28%, meltdown 16,470 (minute/10gr), overrun 12,22%. Based on organoleptik assessment gives the total of preference of color, aroma, taste and texture 74, 78, 79, and 65 respectively.

Key words: ice cream sinbiotik, Gembili (Dioscorea esculenta), Lactobacillus casei, Bifidobacterium breve

ABSTRAK

Umbi gembili (Dioscorea esculenta) merupakan tanaman lokal yang belum banyak dimanfaatkan. Salah satu inovasi yang dilakukan adalah pembuatan es krim berbahan dasar umbi gembili. Pada umbi gembili mengandung serat larut (soluble dietary fiber) berupa inulin yang bersifat prebiotik. Penambahan bakteri Lactobacillus casei dan Bifidobacterium breve akan memberikan efek sinbiotik pada es krim yang dihasilkan.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial dengan dua faktor I yaitu penambahan susu skim (2,5; 5; 7,5) % b/v dan faktor II adalah konsentrasi starter (Lactobacillus casei : Bifidobacterium breve = 1:1) (2; 4; dan 6) % .

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan terbaik terdapat pada perlakuan penambahan susu skim 7,5% dan konsentrasi starter (Lactobacillus casei : Bifidobacterium breve) 6%. Perlakuan tersebut mempunyai viabilitas bakteri asam laktat pada minggu 1 - 4 berturut-turut adalah 98,26%; 97,65%, 97,19%; 96,094%; total protein terlarut 1,28 %, daya leleh 16,470 (menit/10gr), overrun 12,22 %, dan berdasarkan penilaian organoleptik memberikan tingkat kesukaan terhadap warna 74, aroma 78, rasa 79 dan tekstur 65.

Kata Kunci: Es Krim sinbiotik, umbi gembili, Lactobacillus casei, Bifidobacterium breve

PENDAHULUAN

Pada umumnya bahan dasar dalam pembuatan es krim adalah susu sapi. Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, dilakukan berbagai inovasi dalam pembuatan es krim diantaranya pembuatan es krim berbahan dasar susu nabati sebagai alternatif pengganti susu sapi, salah satunya adalah pembuatan es krim berbahan dasar filtrat umbi gembili. Penggunaan umbi gembili dimaksudkan untuk diversifikasi terhadap komoditi umbi - umbian yang tinggi di Indonesia. Pada umbi gembili mengandung inulin yang tinggi yaitu sebesar 14,77%. Sifat fungsional inulin sebagai serat makanan dapat larut (soluble dietary fiber) sangat bermanfaat bagi pencernaan dan kesehatan tubuh. Sifat penting lain dari inulin adalah sebagai serat makanan. Sifat ini berpengaruh pada fungsi usus dan perbaikan parameter lemak dalam darah. Inulin mempengaruhi fungsi usus dengan meningkatkan massa feses dan meningkatkan frekuensi defekasi terutama pada penderita konstipasi. (Anonymous, 2009). Inulin termasuk senyawa prebiotik, penambahan inulin pada pembuatan es krim sinbiotik dari susu skim adalah formulasi sinbiotik.

Sinbiotik adalah gabungan antara probiotik dan prebiotik. Umbi gembili dapat dimanfaatkan sebagai es krim sinbiotik karena umbi gembili mengandung komponen prebiotik yaitu inulin. Penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa sepuluh umbi uwi (*Dioscorea* spp.) mengandung inulin dalam kadar yang bervariasi pada *Dioscorea esculenta* (gembili) yaitu sebesar 14,77% (db), diikuti *Dioscorea rotundata* (uji putih kulit coklat) mengandung inulin 14,63%, *Dioscorea alata* (uji kuning kulit tebal) mengandung inulin 13,11%, *Dioscorea bulbifera* (Gembolo) mengandung inulin 10,96%, dan *Dioscorea opposita* (uji putih kulit kuning) mengandung inulin 9,02% (Winarti et al, 2011). Oleh karena itu umbi *Dioscorea* mempunyai potensi sebagai sumber inulin.

Hekmat and McMahon (1992) dan Godward (2000) dalam Sari (2007), menyatakan bahwa es krim merupakan media yang baik untuk menyalurkan bakteri probiotik ke konsumen. Penggunaan kultur bakteri probiotik seperti *Lactobacillus casei* merupakan salah satu upaya untuk mengembangkan pemanfaatan bakteri probiotik dalam produk es krim. Sedangkan *Bifidobacterium breve* merupakan kelompok bakteri yang banyak ditemukan dalam feses bayi bersama dengan *Bifidobacterium infantis* dan *Bifidobacterium longum* terutama pada bayi yang menyusu ASI. Bersama dengan spesies lain dari galur *Bifidobacteria*, bakteri ini banyak ditemukan alami usus besar.

Proses pembekuan dalam pembuatan es krim probiotik dapat menurunkan viabilitas bakteri asam laktat. Menurut Davidson et al (2000) proses pembekuan dapat menyebabkan penurunan jumlah bakteri sebesar $\frac{1}{2}$ sampai 1 log cycle. Penambahan bahan pelindung (Cryoprotectant agent) seperti susu skim dapat mengurangi efek pembekuan terhadap viabilitas bakteri asam laktat (Leslie, 1995).

Menurut Marshall dan Arbuckle (2000), es krim dengan kualitas standart mengandung bahan padatan bukan lemak minimal 9%, dan Sari (2007) menyatakan bahwa penambahan starter pada es krim probiotik berkisar antara 2-4%. Karena bahan yang dipakai berbeda maka dalam penelitian ini dilakukan penambahan susu skim

(0;2,5;5;7,5%) dan juga starter (*Lactobacillus casei* FNCC) dan (*Bifidobacterium breve* BRL-131) 2; 4; 6 ml untuk menghasilkan es krim sinbiotik umbi gembili.

METODOLOGI

A. Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan dalam pembuatan es krim sinbiotik adalah Umbi gembili yang diperoleh dari pasar tradisional di Surabaya, susu skim, gula pasir, kuning telur, full cream, *Lactobacillus casei* FNCC dan *Bifidobacterium brave* BRL - 131 yang diperoleh dari Fakultas MIPA Biologi Universitas Airlangga.

B. PROSEDUR PENELITIAN

1. Pembuatan Kultur Kerja

Kultur murni yang didapat dari Fakultas MIPA Biologi UNAIR diperbanyak menjadi kultur stok dan disimpan pada suhu 4°C. Setiap akan digunakan maka dibuat kultur kerja dengan cara menginokulasikan 1 ose kultur stok ke dalam 5 ml MRS broth kemudian diinkubasi pada suhu 37 °C selama 48 jam.

2. Pembuatan Starter

Starter induk dibuat dengan cara menginokulasikan 1% kultur kerja ke dalam larutan susu skim 10% yang telah steril kemudian diinkubasi pada suhu 37 °C selama 48 jam. Starter siap pakai dibuat dengan cara menginokulasikan 1% starter induk ke dalam larutan susu skim 10% dan glukosa 3%, kemudian diinkubasi pada suhu 37 °C selama 48 jam. Starter siap pakai yang dihasilkan dihitung jumlah bakterinya dengan metode Standar Plate Count (Hadiwiyoto, 1994).

3. Pembuatan Filtrat Umbi gembili

- Pengupasan umbi gembili dilanjutkan dengan pencucian
- Penimbangan umbi gembili sebanyak 100 gr
- Pemotongan umbi gembili kemudian dimasukkan kedalam blender
- Penambahan air sebanyak empat kalilipat berat umbi gembili dan dilanjutkan penghancuran dengan blender pada kecepatan penuh.
- Penyaringan dengan menggunakan kain saring untuk memperoleh filtratnya

4. Pembuatan Es krim Sinbiotik Umbi gembili

Dilakukan pencampuran adonan sebagai berikut :

- Adonan I : filtrate umbi gembili 100 ml.
- Adonan II : susu full cream 10 g, kuning telur 0,45%, gula pasir 17 g dilakukan pengocokan sampai putih.

Adonan I dan II dilakukan pencampuran kemudian penambahan susu skim (0; 2,5; 5; 7,5%). Kemudian dilakukan pasteurisasi adonan pada suhu 70°C selama 30 menit. Pendinginan suhu kamar. Ditambahkan starter *Lactobacillus casei* FNCC dan *Bifidobacterium breve* BRL-131 (1:1) (2,4,6) %. Dilakukan homogenisasi. Pembekuan dan pengadukan dengan menggunakan es krim maker. Analisa dilakukan setelah 24 jam. Hasil analisa terbaik disimpan untuk analisa viabilitas BAL selama 1 sampai 4 minggu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Analisa Bahan Baku

Analisa bahan baku yang dilakukan adalah analisa kadar inulin pada Umbi gembili yang digunakan, selain itu juga dilakukan analisa total bakteri asam laktat terhadap starter *Lactobacillus casei* dan *Bifidobacterium breve* yang digunakan, hasil analisa yang diperoleh adalah sebagai berikut :

1. Umbi gembili

Hasil analisa kadar inulin pada Umbi gembili dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Hasil Analisa Umbi gembili dalam 100 g

Komponen	Jumlah
Kadar Inulin (%)	11,9

Hasil analisis awal terhadap umbi gembili (*Dioscorea esculenta*) sebagai bahan baku dalam pembuatan es krim sinbiotik umbi gembili menunjukkan bahwa kadar inulin 11,9%.

2. Total Bakteri Asam Laktat Starter Awal

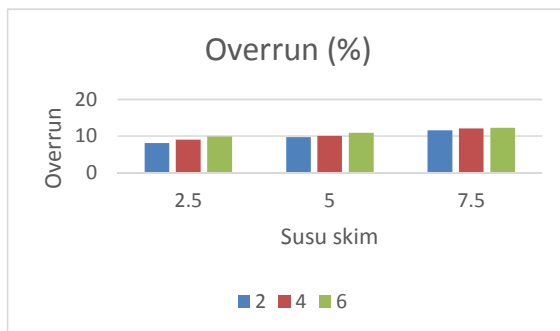
Analisa total bakteri asam laktat awal dilakukan pada kultur starter siap pakai setiap kali akan digunakan pada produk. Analisa ini dilakukan untuk mengetahui jumlah awal bakteri yang diinokulasikan pada produk. Hasil analisa terhadap total bakteri asam laktat starter (*Lactobacillus casei*) dan (*Bifidobacterium breve*) awal dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisa Total Bakteri Asam Laktat Starter Awal

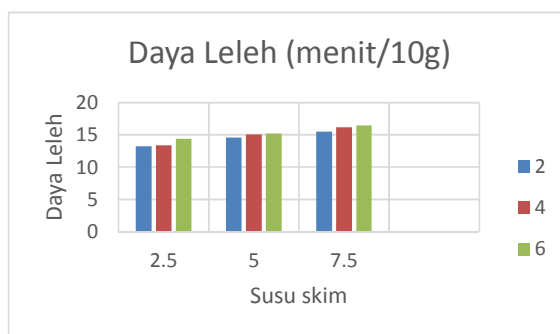
Sampel	Total BAL (log CFU/ml)
Starter <i>Lactobacillus casei</i>	7,48
Starter <i>Bifidobacterium breve</i>	7,74

B. Hasil Analisa Produk Es krim Sinbiotik Umbi gembili

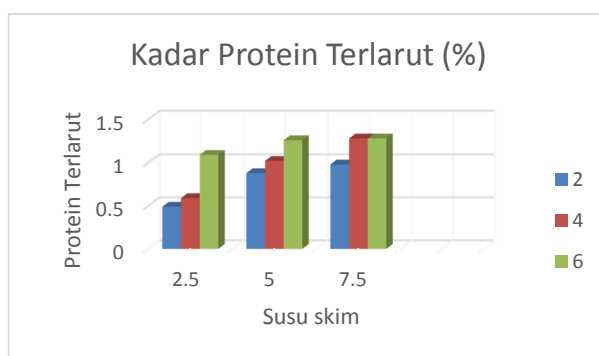
Hasil analisa statistik terhadap produk es krim umbi gembili, menunjukkan adanya interaksi antara perlakuan penambahan susu skim dan penambahan starter. Data analisa fisik dan kimia dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 1. Overrun (%)



Gambar 2. Daya Leleh (menit/10g)



Gambar 3. Kadar Protein Terlarut (%)

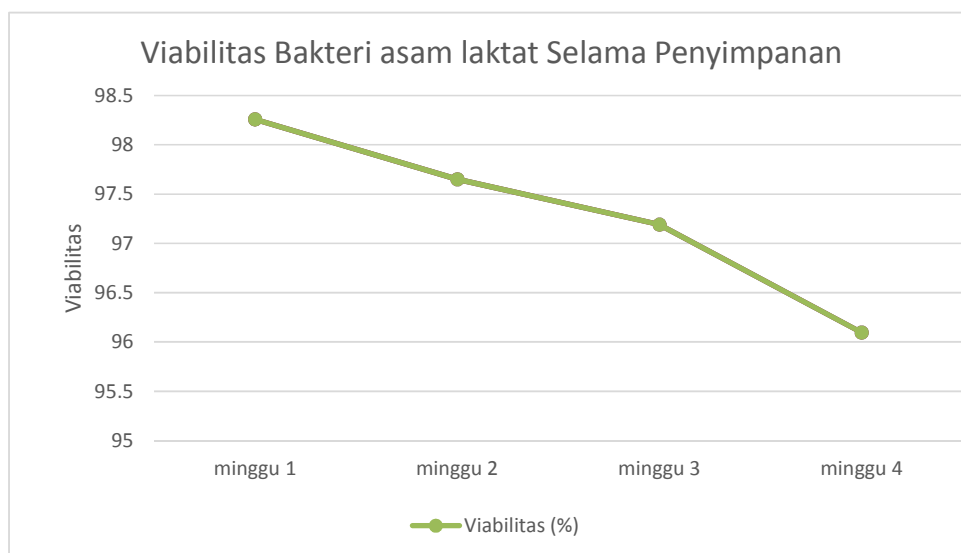
Hasil penelitian pada Gambar 3 diatas, menunjukkan bahwa semakin tinggi penambahan susu skim dan semakin banyak konsentrasi starter yang ditambahkan maka kadar protein terlarut semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi kondentrasi starter maka pertumbuhan bakteri asam laktat meningkat yang mengakibatkan semakin meningkatnya kinerja proses fermentasi yang juga diikuti oleh peningkatan pemecahan komponen-komponen substrat selama proses fermentasi seperti pemecahan

protein menjadi peptide-peptida yang lebih sederhana sehingga total protein terlarut meningkat.

Dari hasil analisis ragam dapat diketahui bahwa terdapat interaksi yang nyata ($p < 0,05$) antara perlakuan penambahan konsentrasi starter dan penambahan susu skim, demikian juga masing-masing perlakuan berpengaruh nyata terhadap daya leleh dan overrun es krim sinbiotik dari umbi gembili. Pada Gambar 1 dan 2 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi starter dan semakin banyak susu skim yang ditambahkan, daya leleh dan overrun semakin meningkat. Hal ini disebabkan dengan semakin tingginya konsentrasi starter dan semakin banyaknya susu skim akan meningkatkan aktifitas pemecahan molekul-molekul kompleks menjadi molekul-molekul sederhana seperti glukosa, galaktosa, asam dsb. Peningkatan komponen sederhana ini akan menurunkan viskositas adonan es krim, dimana dengan menurunnya viskositas akan menyebabkan tegangan permukaan pada adonan menjadi menurun, sehingga pada saat pembekuan dan pengadukan menyebabkan udara lebih mudah masuk dan akan meningkatkan overrun. Marshal dan Arbuckle (2000). Disamping itu penurunan viskositas menyebabkan berkurangnya jumlah air bebas dalam adonan sehingga ketahanan untuk meleleh pun semakin meningkat.

C. Hasil Analisa Viabilitas BAL Selama Penyimpanan.

Hasil pengamatan untuk viabilitas Bakteri asam laktat dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4. Viabilitas Bakteri Asam Laktat

Dari Gambar diatas terlihat viabilitas bakteri asam laktat menurun selama waktu penyimpanan, hal ini disebabkan adanya efek dari pembekuan yang dapat menyebabkan matinya bakteri asam laktat. Akan tetapi penurunan viabilitas ini tidak terlalu tajam , hal ini disebabkan adanya penambahan susu skim yang mempunyai efek cryoprotectant yaitu dapat melindungi bakteri asam laktat selama pembekuan.

D. Hasil Analisa Uji Organoleptik

Hasil analisa uji organolepti dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Jumlah rangking tingkat kesukaan warna, aroma, rasa dan tekstur.

Perlakuan		Organoleptik			
Starter (%)	Susu Skim (%)	Warna	Aroma	Rasa	Tekstur
2	2,5	74	77	60	63
2	2,5	72	76	64	64
2	2,5	76	70	74	61
4	5	78	73	74	63
4	5	79	68	78	64
4	5	68	64	69	58
6	7,5	73	70	65	56
6	7,5	76	75	71	55
6	7,5	74	79	78	65

Dari hasil analisa uji organoleptik tingkat kesukaan terhadap aroma, rasa dan tekstur paling tinggi didapatkan pada perlakuan konsentrasi starter 6 persen dan penambahan susu skim 7,5 persen.

KESIMPULAN

Peningkatan konsentrasi starter dan penambahan susu skim pada pembuatan es krim sinbiotik umbi gembili mengakibatkan peningkatan pada kandungan protein terlarut, peningkatan daya leleh dan peningkatan overrun. Perlakuan terbaik didapatkan pada konsentrasi starter 6 % dan penambahan susu skim 7,5 % dengan nilai total protein terlarut 1,28 %, daya leleh 16,470 menit/10 gram, overrun 12,22 % dengan jumlah rangking kesukaan warna 74, aroma 79, rasa 78 dan tekstur 65.

DAFTAR PUSTAKA

- Adams, M.R. and M.J. Nout, 2001, Fermentasi and Food Safety, Aspen Publisher. Inc, Gaithersburg, Maryland.
- Anonymous. 2009. Inulin. <http://www.forumsains.com> (31 Juli 2009)
- Beal, C. F. Fonseca and G. Corrient. 2001. Resistance To Freezing And Frozen Storage of *Streptococcus thermophilus* in related to membrane fatty acid composition. J Dairy

- Science, 84 : 2347-2356.
- Davidson, R.H., S.E. Duncan, C.R.Hackney, W.N. Eigel and J.W.Boling, 2000, Probiotic Culture Survival and Implication in Fermented Frozen Yoghurt Characteristics, J.Dairy Sci, 83:666-673.
- Marshall RT, Arbuckle WS. 2000. Ice Cream, 5ed. USA: Aspen Publisher Inc.
- Sari, Astri Novita. 2007. Pengaruh Penambahan Susu Skim dan Konsentrasi Starter (*Lactobacillus casei*) dalam Pembuatan Es Krim Jagung Probiotik. Jurusan Teknologi Pangan. Universitas Pembangunan Nasional "veteran" Jawa Timur. Surabaya.
- Widowati. 2005. Ekstraksi, Karakterisasi dan Kajian Potensi Prebiotik Inulin Umbi Dahlia. Seminar Rutin Puslitbang Tanaman Pangan, Bogor, 16 Juni 2005. Hal 1-12
- Winarti S., Harmayani E., Rudi N., 2011. Karakteristik dan Profil Beberapa Jenis Uwi (*Dioscorea* spp). Jurnal Agritech, vol 31 no 4 : 378-383.
- Winarti S., Harmayani E., Rudi N., 2011. Karakteristik dan Profil Beberapa Jenis Uwi (*Dioscorea* spp). Jurnal Agritech, vol 31 no 4 : 378-383.

KARAKTERISASI ES KRIM SUSU KACANG HIJAU DENGAN PERBEDAAN KONSENTRASI BEKATUL BERAS MERAH DAN JENIS MINYAK

Characterization of Mung Bean Ice Cream with Different Concentration Red Rice Bran and Type of Oil

Ratna Handayani*, Raffi Paramawati, Michelle Angela
Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pelita Harapan
Jl. MH Thamrin Boulevard Lippo Village Karawaci Tangerang

*Email: handayani.ratna2@gmail.com; ratna.handayani@uph.edu

ABSTRACT

Generally, ice cream was made from cow milk which rich in animal fat and almost have no dietary fiber. Red rice bran was used as dietary fiber source in ice cream making and vegetable oil was used to replace the animal fat in ice cream. The aim of the research was to develop the utilization of red rice bran in the making of low fat ice cream, observed the effect of red rice bran concentration (5%, 10%, and 15%) and type of oil (soybean, corn, and palm) towards physicochemical properties, consumer acceptance, and nutritional composition. Different concentration of red rice bran affect pH and total soluble solid of ice cream. Both red rice bran and different type of oil affect the melting time and color of ice cream but did not affect overrun of ice cream. The best formulation were selected based on hedonic test in terms of color, taste, aroma, mouthfeel, and overall acceptance. Ice cream which used 5% of red rice bran and palm oil as animal fat replacer was selected as the best ice cream formula. The best formula ice cream contained 3.99% dietary fiber, 27.12% carbohydrate, 3.13% fat, 1.40% protein, 67.74% moisture, and 0.61% ash.

Keywords: dietary fiber, ice cream, mung bean milk, red rice bran, vegetable oil

ABSTRAK

Pada umumnya es krim dibuat dari susu sapi yang kaya lemak hewani dan hampir tidak memiliki serat makanan. Bekatul beras merah digunakan sebagai sumber serat makanan dalam pembuatan es krim dan minyak sayur digunakan untuk menggantikan lemak hewani dalam es krim. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan pemanfaatan bekatul beras merah dalam pembuatan es krim rendah lemak, melihat pengaruh konsentrasi bekatul beras merah (5%, 10%, dan 15%) dan jenis minyak (kedelai, jagung, dan kelapa) terhadap sifat fisikokimia, penerimaan konsumen, dan komposisi gizi. Perbedaan konsentrasi bekatul beras merah mempengaruhi pH dan total padatan terlarut es krim. Bekatul beras merah dan perbedaan jenis minyak mempengaruhi waktu leleh dan warna es krim tapi tidak mempengaruhi nilai overrun es krim. Formulasi terbaik dipilih berdasarkan uji hedonik dalam hal warna, rasa, aroma, mouthfeel, dan penerimaan keseluruhan. Es krim dengan 5% bekatul beras merah dan minyak kelapa sawit sebagai pengganti lemak hewani terpilih sebagai formula es krim terbaik. Formula es krim terbaik mengandung 3,99% serat makanan, 27,12% karbohidrat, 3,13% lemak, 1,40% protein, 67,74% kelembaban, dan 0,61% abu.

Kata kunci: serat makanan, es krim, susu kacang hijau, bekatul beras merah, minyak sayur

PENDAHULUAN

Produk es krim yang banyak beredar di pasaran merupakan es krim dari susu sapi yang kaya akan lemak hewani dan hampir tidak memiliki serat (Mahmud, 2008). Lemak hewani dalam jumlah yang tinggi dapat menyebabkan beberapa efek yang kurang baik bagi kesehatan, salah satunya yaitu resiko obesitas (Schaefer, 2002).

Bekatul merupakan hasil samping dari pengolahan padi yang masih sangat terbatas pemanfaatannya. Saat ini bekatul lebih banyak digunakan sebagai pakan ternak. Berdasarkan penelitian, bekatul memiliki karbohidrat antara 48,3-50,7%, kadar protein kasar 15,7-17,2%, dan kadar lemak 23,3-24,9% (Huang *et al.*, 2005). Bekatul memiliki kandungan total serat makanan sebesar 21%-27% (Kahlon, 2009). Menurut Devi dan Arumugan (2006), bekatul memiliki komponen bioaktif seperti senyawa fenolik dan polifenol yang dapat berperan sebagai antioksidan yang baik.

Komponen lemak dari produk olahan susu dapat berasal dari lemak susu (*milk fat*) atau lemak nabati (*vegetable fat*). Minyak nabati yang biasa digunakan di Indonesia antara lain berupa campuran beberapa minyak, misalnya minyak kelapa sawit dan minyak kacang kedelai. Seiring dengan meningkatnya produksi minyak nabati di Indonesia maka minyak nabati dapat digunakan sebagai salah satu alternatif sebagai sumber lemak pada produk olahan susu (Marsono *et al.*, 2007).

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam pembuatan es krim adalah kacang hijau, bubuk bekatul beras merah, gula, pandan, CMC, *monodiglycerides*, minyak jagung, minyak kedelai, minyak kelapa sawit, dan air. Bahan yang dipergunakan untuk analisis kimia adalah selenium, K_2SO_4 , H_2SO_4 98%, H_2O_2 30%, HCl 0,02N, asam borat 4% *mix indicator*, dan *hexane* pro analisis.

Alat-alat yang dipergunakan adalah neraca analitik, kompor, panci, blender, *Heidolph stirrer* (RZR 1), *refrigerator*, *freezer*, dan *ice cream maker* (De Longhi II Gelatio GM 6000). Peralatan yang digunakan untuk analisis yaitu cawan penguapan, cawan pengabuan, desikator, neraca analitik, oven, rotarivapor (*Buchi Rotavapor R-210*), alat destilasi *Kjeldahl* (*Buchi Distillation Unit K 355*), tanur, pH meter (Metrohm), *hand refractometer* (Atago), dan *chromameter* (Minolta CR-410).

Pembuatan es krim susu kacang hijau dan bekatul beras merah

Pembuatan es krim kacang hijau diawali dengan pembuatan susu kacang hijau dengan pencucian dan perendaman kacang hijau dalam air selama 8 jam. Tahap selanjutnya dilakukan perebusan selama 20 menit, didinginkan dan dilakukan penghancuran kacang hijau menggunakan blender. Kacang hijau yang sudah hancur dilakukan penyaringan dan dipanaskan selama 20 menit serta ditambahkan flavor pandan.

Pada pembuatan es krim, susu kacang hijau dipanaskan dengan suhu 72°C, selanjutnya ditambahkan CMC, *monodiglycerides*, bekatul beras merah (sesuai perlakuan) dan minyak (sesuai perlakuan). Tahap selanjutnya dilakukan pengadukan menggunakan *Heidolph stirrer* dengan skala kecepatan 6 selama 10 menit. Adonan *mix* dimasukkan ke dalam refrigerator dengan suhu 4°C selama 18 jam. Setelah itu adonan *mix* dimasukkan ke dalam ice cream maker selama 25 menit dan dilanjutkan dengan penyimpanan di dalam freezer dengan suhu -20°C selama 24 jam. Formulasi es krim kacang hijau dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Komposisi Es Krim Susu Kacang Hijau dan Bekatul Beras Merah

Komposisi tetap	23,5% (A)
Gula	20%
Minyak jagung/kedelai/kelapa sawit	3%
CMC	0,3%
MDG	0,2%
Bekatul beras merah	5%/10%/15% (B)
Susu kacang hijau	100-(A+B)%

Sumber: Halim (2008) dan Putri (2014) dengan modifikasi

Analisis fisiko-kimia dan organoleptik es krim kacang hijau

Analisis fisiko-kimia es krim kacang hijau meliputi kecepatan leleh, *overrun*, warna, dan pH. Pengujian organoleptik dilakukan dengan menggunakan 70 orang panelis tidak terlatih. Uji organoleptik dilakukan dengan uji skoring dan uji hedonik. Parameter yang diujikan untuk organoleptik meliputi tekstur, rasa, aroma, warna, dan penerimaan keseluruhan.

Pengukuran kecepatan leleh (Marshall dan Arbuckle, 2000)

Kecepatan leleh es krim dilakukan dengan meletakkan 5 g es krim pada cawan petri pada suhu ruang. Es krim dibiarkan mencair dengan sempurna. Waktu pelelehan es krim dihitung mulai es krim diletakkan hingga es krim benar-benar mencair dengan sempurna. Pengukuran waktu dilakukan dengan menggunakan *stopwatch*.

Pengukuran *Overrun* (Marshall dan Arbuckle, 2000)

Penentuan *overrun* yaitu dengan menghitung jumlah pertambahan volume es krim setelah tahapan *aging* dan setelah tahapan aerasi. Volume *ice cream mix* (ml) yang diperoleh setelah tahapan *aging* selesai akan diukur dengan menggunakan batuan gelas ukur. Batas bawah volume *ice cream mix* pada wadah akan ditandai dengan menggunakan label. Setelah wadah kosong, wadah tersebut akan diisi dengan air hingga batas yang telah ditandai. Banyak air didalam wadah akan diukur menggunakan gelas ukur, sehingga diperoleh volume *ice cream mix*. Volume es krim yang terbentuk setelah tahapan aerasi dengan menggunakan *ice cream maker* juga diukur dengan menggunakan cara yang sama seperti pengukuran volume *ice cream mix*. Persen *overrun* dihitung dengan rumus:

$$\text{Overrun (\%)} = \frac{\text{volume es krim} - \text{volume ice cream mix}}{\text{volume ice cream mix}} \times 100\%$$

Analisis warna

Pengukuran warna es krim dilakukan menggunakan chromameter. Parameter yang diukur meliputi nilai L (*lightness*), a (+ = merah dan - = hijau), dan b (+ = kuning dan - = biru). Warna produk diukur dengan menggunakan rumus:

$$\text{Hue} = \tan^{-1} \frac{b}{a}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kecepatan leleh es krim kacang hijau

Berdasarkan analisis statistik pada Tabel 2 terdapat interaksi ($\alpha < 0,05$) antara konsentrasi bekatul beras merah dan jenis minyak terhadap kecepatan leleh es krim kacang hijau.

Tabel 2 Kecepatan Leleh Es Krim dengan Berbagai Konsentrasi Bekatul Beras Merah dan Jenis Minyak

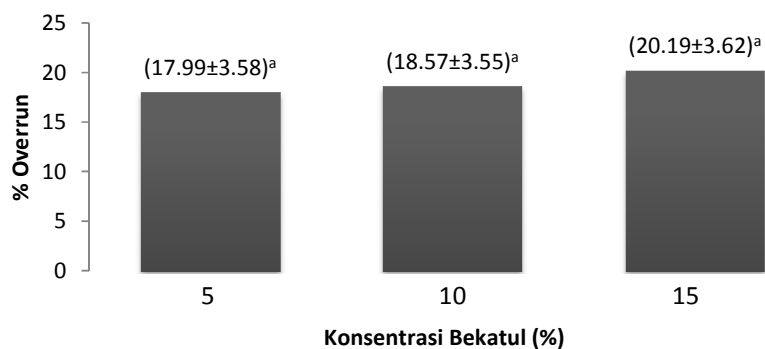
Jenis Minyak	Kecepatan Leleh (' menit " detik)		
	Bekatul 5%	Bekatul 10%	Bekatul 15%
Minyak Jagung	(34'56") ^a	(38'31") ^a	(67'41") ^c
Minyak Kedelai	(37'53") ^a	(47'17") ^b	(63'45") ^c
Minyak Sawit	(35'28") ^a	(44'34") ^b	(64'00") ^c

Keterangan: notasi huruf dibelakang angka yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata pada $\alpha = 0,05$.

Kecepatan leleh es krim dipengaruhi oleh viskositas es krim, dimana semakin tinggi viskositas es krim akan menyebabkan menurunnya kecepatan leleh es krim (Hwang *et al.* (2009).

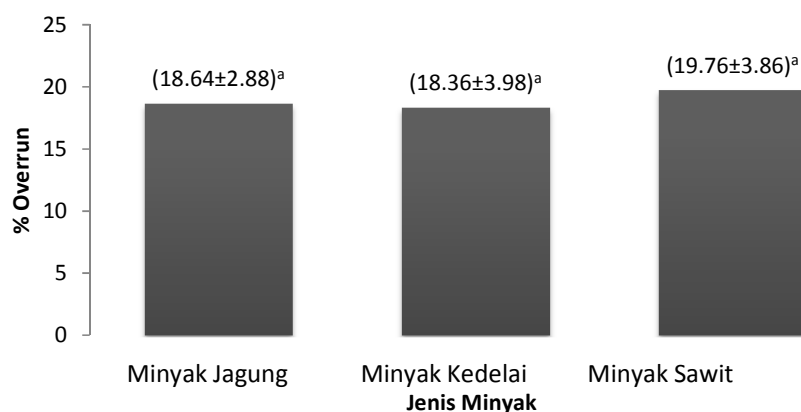
Overrun es krim kacang hijau

Berdasarkan analisis statistik tidak terdapat perbedaan yang nyata ($\alpha > 0.05$) pada konsentrasi bekatul dan jenis minyak, serta tidak terdapat interaksi diantara keduanya ($\alpha > 0.05$). Data overrun dapat dilihat pada Gambar 1. Pada umumnya, nilai *overrun* es krim berkisar antara 60%-100% (Bennion, 1980).



Gambar 1 Pengaruh konsentrasi bekatul beras merah terhadap % overrun es krim

Keterangan: notasi huruf dibelakang angka yang sama menunjukkan tidak adanya beda nyata pada $\alpha = 0,05$.



Gambar 2 Pengaruh jenis minyak terhadap % overrun es krim

Keterangan: notasi huruf dibelakang angka yang sama menunjukkan tidak adanya beda nyata pada $\alpha = 0,05$.

Besarnya *overrun* pada es krim dipengaruhi oleh komponen hidrokoloid yang terdapat pada es krim tersebut. Semakin tinggi kandungan hidrokoloid pada es krim maka viskositas es krim semakin tinggi pula, namun nilai *overrun* akan semakin kecil (Hwang *et al.*, 2009).

Warna es krim kacang hijau

Warna memiliki peranan yang penting dalam mempengaruhi penampakan fisik es krim. Penentuan warna es krim diperoleh dengan menghitung $^{\circ}\text{Hue}$, dimana $^{\circ}\text{Hue}$ berperan dalam penentuan kualitas warna suatu produk. Nilai warna berdasarkan besarnya $^{\circ}\text{Hue}$ dapat dilihat pada Tabel 3.

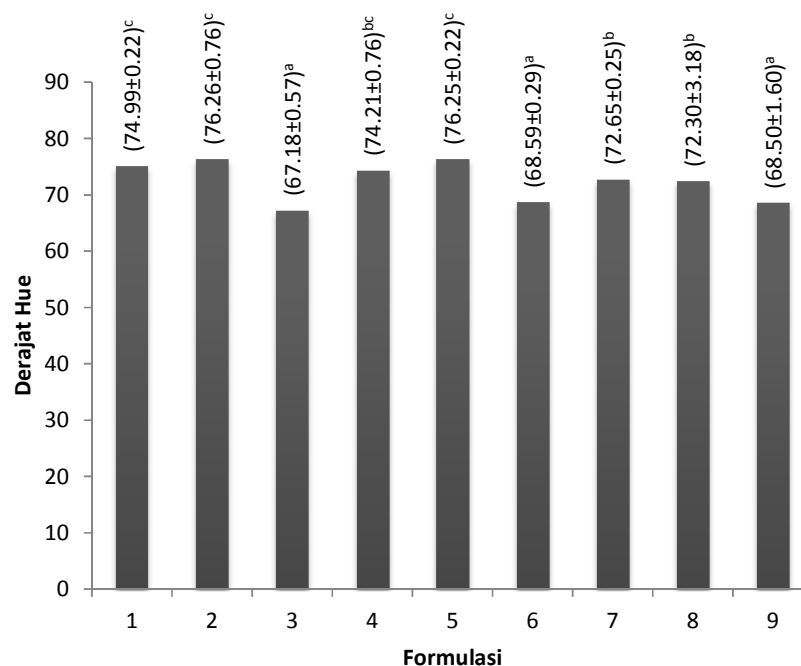
Tabel 3 Skala Warna Berdasarkan Nilai $^{\circ}\text{Hue}$

$^{\circ}\text{Hue}$	Warna
342-18	Merah keunguan (<i>Red purple</i>)

18-54	Merah (<i>Red</i>)
54-90	Kuning kemerahan (<i>Yellow red</i>)
90-126	Kuning (<i>Yellow</i>)
126-162	Kuning kehijauan (<i>Yellow green</i>)
162-198	Hijau (<i>Green</i>)
198-234	Biru kehijauan (<i>Blue green</i>)
234-270	Biru (<i>Blue</i>)
270-306	Biru keunguan (<i>Blue purple</i>)
306-342	Ungu (<i>Purple</i>)

Sumber: Hutchings (1990)

Berdasarkan hasil analisis statistik (Gambar 3), terdapat perbedaan yang nyata ($\alpha < 0.05$) antara konsentrasi bekatul beras merah, jenis minyak dan terdapat interaksi antara keduanya dalam pengukuran warna es krim kacang hijau.



Gambar 3 Warna ($^{\circ}$ Hue) es krim dengan perbedaan konsentrasi bekatul beras merah dan jenis minyak

Keterangan: notasi huruf dibelakang angka yang berbeda menunjukkan adanya beda nyata pada $\alpha = 0,05$.

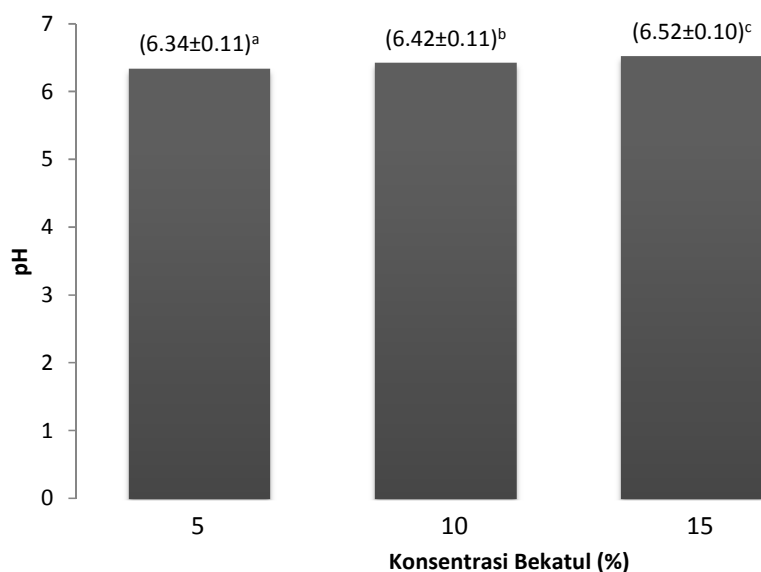
Formulasi: 1 = Bekatul beras merah 5% dan minyak jagung
 2 = Bekatul beras merah 5% dan minyak kedelai
 3 = Bekatul beras merah 5% dan minyak sawit
 4 = Bekatul beras merah 10% dan minyak jagung
 5 = Bekatul beras merah 10% dan minyak kedelai
 6 = Bekatul beras merah 10% dan minyak sawit

- 7 = Bekatul beras merah 15% dan minyak jagung
 8 = Bekatul beras merah 15% dan minyak kedelai
 9 = Bekatul beras merah 15% dan minyak sawit

Pada Gambar 3 memperlihatkan bahwa sembilan formulasi es krim berada pada rentang nilai^oHue sebesar 67,18-76,26 dimana rentang nilai ini merupakan warna kuning kemerahan. Warna es krim formulasi 3, 6, dan 9 tidak mempunyai perbedaan yang nyata. Hal ini disebabkan karena ketiga formulasi tersebut menggunakan konsentrasi bekatul yang sama yaitu 15%. Warna es krim dengan penggunaan bekatul beras merah sebesar 15% mengalami perbedaan yang signifikan jika dibandingkan dengan keenam formulasi es krim lainnya.

pH

Berdasarkan analisis statistik, terdapat perbedaan yang nyata pada perbedaan konsentrasi bekatul, tidak terdapat perbedaan yang nyata pada jenis minyak terhadap nilai pH es krim kacang hijau serta tidak terdapat interaksi ($p < 0,05$) antara konsentrasi bekatul beras merah dan jenis minyak terhadap nilai pH pada es krim.



Gambar 4 Pengaruh konsentrasi bekatul beras merah terhadap pH es krim

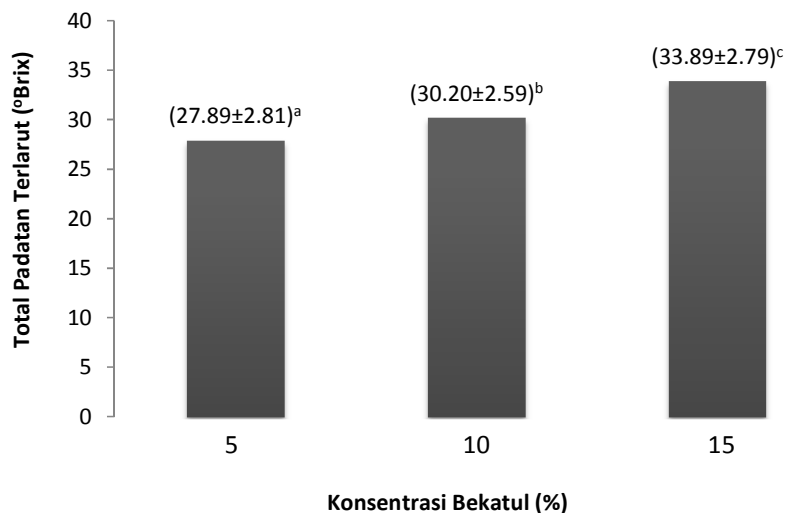
Keterangan: notasi huruf dibelakang angka yang berbeda menunjukkan adanya beda nyata pada $\alpha = 0,05$.

Berdasarkan Gambar 4, terdapat perbedaan nilai pH yang signifikan pada es krim seiring dengan meningkatnya konsentrasi bekatul beras merah. Menurut McGlynn (tanpa tahun), bekatul beras merah memiliki pH antara 6,2 – 6,7 oleh karena itu semakin meningkatnya konsentrasi bekatul beras merah pada es krim menyebabkan meningkatnya pH yang mendekati pada netral (pH 7).

Total padatan terlarut es krim kacang hijau

Berdasarkan analisis statistik, terdapat pengaruh yang nyata ($\alpha < 0.05$) pada perbedaan konsentrasi bekatul beras merah pada total padatan terlarut es krim kacang hijau, dan tidak terdapat pengaruh yang nyata pada perbedaan jenis minyak serta tidak terdapat interaksi antara keduanya ($\alpha > 0.05$).

Pada Gambar 5 memperlihatkan bahwa semakin banyaknya bekatul akan menaikkan total padatan terlarut dalam es krim kacang hijau. Semakin tingginya total padatan terlarut akan memperpanjang waktu leleh es krim.

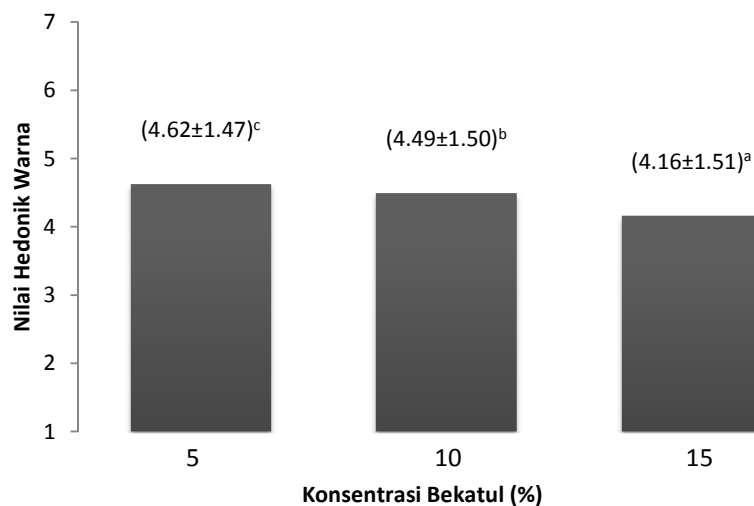


Gambar 5 Pengaruh konsentrasi bekatul beras merah terhadap Total Padatan Terlarut es krim

Keterangan: notasi huruf dibelakang angka yang berbeda menunjukkan adanya beda nyata pada $\alpha = 0,05$.

Pengujian Hedonik dan skoring Warna

Berdasarkan data hasil uji sensori dan analisis statistik, terdapat pengaruh yang nyata pada konsentrasi bekatul beras merah dan tidak terdapat adanya interaksi ($p > 0,05$) antara perbedaan konsentrasi bekatul beras merah dan jenis minyak pada penerimaan konsumen akan warna es krim.

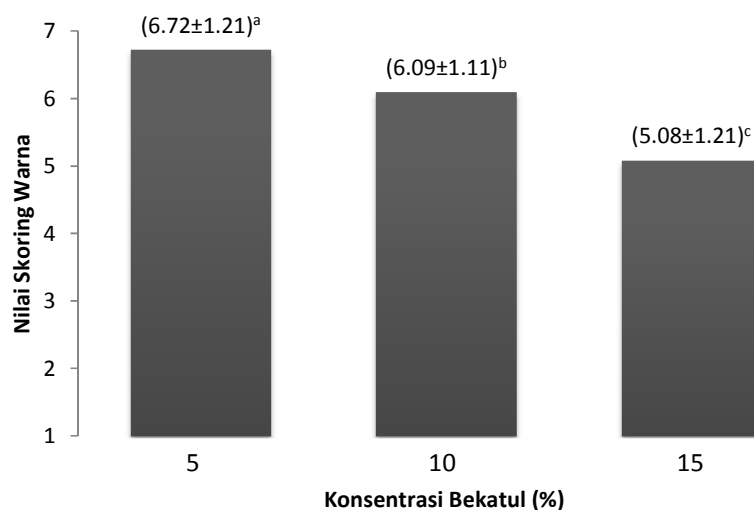


Keterangan: notasi huruf dibelakang angka yang berbeda menunjukkan adanya beda nyata pada $\alpha = 0,05$.

Skala uji hedonik: 1-7 = sangat tidak suka-sangat suka

Gambar 6 Pengaruh konsentrasi bekatul beras merah terhadap penilaian hedonik akan warna es krim

Pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa warna yang paling disukai oleh para panelis yaitu es krim dengan konsentrasi bekatul 5%. Semakin tinggi konsentrasi bekatul yang digunakan maka tingkat kesukaan panelis akan warna es krim semakin menurun. Bekatul beras merah memiliki warna yang berasal dari pigmen antosianin (Lee, 2010) maka semakin tinggi konsentrasi bekatul pada es krim, warna yang dihasilkan akan semakin gelap.



Gambar 7 Pengaruh konsentrasi bekatul beras merah terhadap penilaian uji skoring warna es krim

Keterangan: notasi huruf dibelakang angka yang berbeda menunjukkan adanya beda nyata pada $\alpha = 0,05$.

Skala uji skoring: 1-7 = sangat coklat-sangat putih

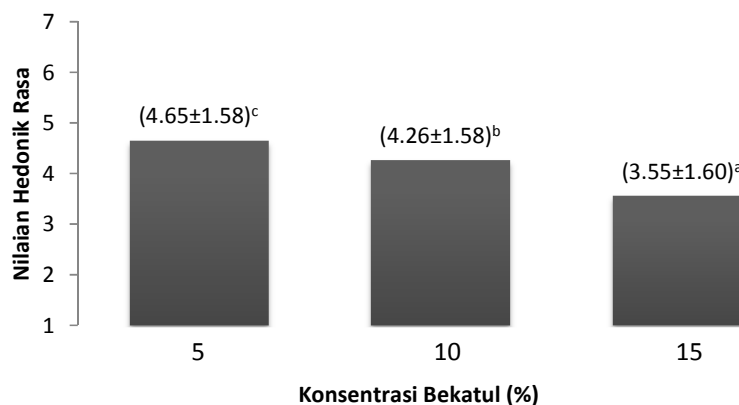
Hasil penerimaan konsumen didukung oleh hasil analisis uji skoring (Gambar 7) dimana semakin tinggi konsentrasi bekatul yang ditambahkan maka warna es krim menjadi semakin gelap. Menurut Oktaviana *et al.* (2013), penerimaan panelis akan warna pada suatu produk pangan dipengaruhi oleh tingkat kecerahan warna produk tersebut, semakin cerah warna produk tersebut maka tingkat kesukaannya akan semakin meningkat.

Berbeda dengan konsentrasi bekatul yang memberikan perbedaan yang signifikan pada warna es krim, jenis minyak pada es krim tidak mempengaruhi warna pada es krim baik pada penerimaan panelis maupun pada uji skoring. Minyak memiliki warna yang hampir serupa sehingga tidak memberikan perbedaan yang signifikan pada warna produk akhir.

Pengujian hedonik dan skoring rasa

Rasa merupakan salah satu parameter utama yang digunakan oleh para panelis untuk menentukan tingkat penerimaan pada sebuah produk pangan.

Berdasarkan Gambar 8 dilihat bahwa perbedaan konsentrasi bekatul beras merah pada es krim memberikan perbedaan yang nyata ($\alpha < 0.05$) pada penerimaan konsumen akan rasa es krim. Tingkat kesukaan tertinggi panelis yaitu pada es krim yang menggunakan 5% bekatul beras merah, semakin tinggi konsentrasi bekatul beras merah yang ditambahkan, maka tingkat kesukaan panelis akan semakin menurun. Penggunaan berbagai jenis minyak pada es krim tidak mempengaruhi penerimaan konsumen akan rasa es krim secara nyata namun dapat dilihat para panelis paling menyukai es krim yang menggunakan minyak kelapa sawit.



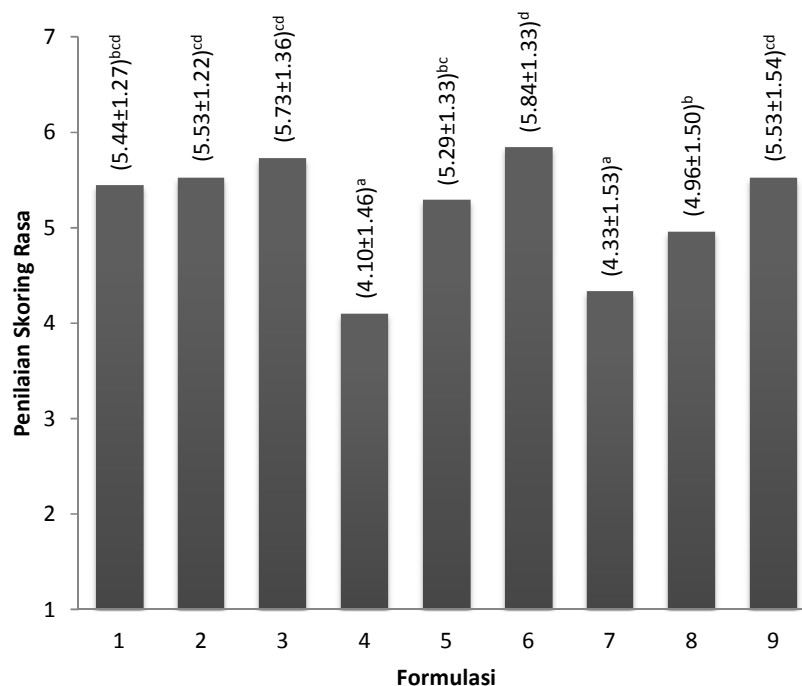
Gambar 8 Pengaruh konsentrasi bekatul beras merah terhadap penilaian hedonik akan rasa es krim

Keterangan: notasi huruf dibelakang angka yang berbeda menunjukkan adanya beda nyata pada $\alpha = 0,05$.

Skala uji hedonik: 1-7 = sangat tidak suka-sangat suka

Berdasarkan hasil analisis statistik uji skoring untuk parameter rasa, terdapat adanya interaksi interaksi antara perbedaan konsentrasi bekatul beras merah dan jenis minyak pada rasa es krim. Gambar 9 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi bekatul beras merah maka rasa bekatul akan semakin kuat, akan tetapi hal ini berbanding terbalik dengan uji hedonik yang berarti para panelis kurang menyukai aroma bekatul yang kuat.

Berdasarkan uji skoring maka es krim dengan rasa bekatul yang paling lemah yaitu formulasi 4 yang menggunakan 5% bekatul beras merah dan minyak kedelai.



Gambar 9 Pengaruh konsentrasi bekatul beras merah dan jenis minyak terhadap penilaian uji skoring rasa es krim

Keterangan: notasi huruf dibelakang angka yang berbeda menunjukkan adanya beda nyata pada $\alpha = 0,05$.

Formulasi: 1 = Bekatul beras merah 5% dan minyak jagung
 2 = Bekatul beras merah 5% dan minyak kedelai
 3 = Bekatul beras merah 5% dan minyak sawit
 4 = Bekatul beras merah 10% dan minyak jagung
 5 = Bekatul beras merah 10% dan minyak kedelai
 6 = Bekatul beras merah 10% dan minyak sawit
 7 = Bekatul beras merah 15% dan minyak jagung
 8 = Bekatul beras merah 15% dan minyak kedelai
 9 = Bekatul beras merah 15% dan minyak sawit

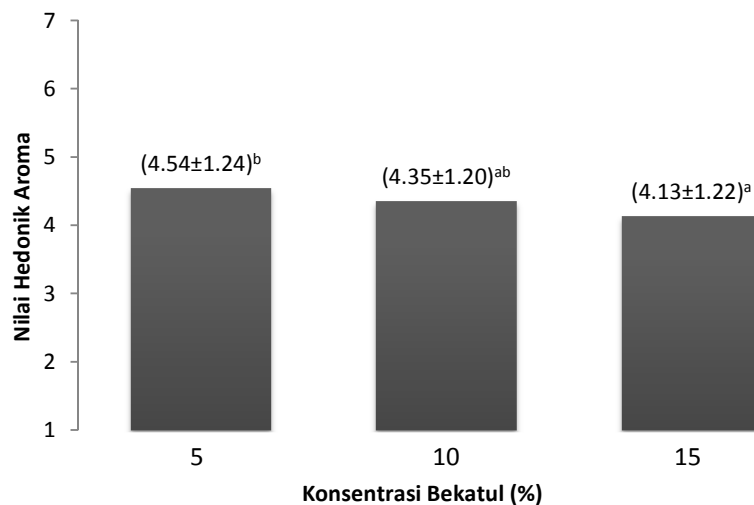
Skala uji hedonik: 1-7 = bekatul sangat tidak terasa-bekatul sangat terasa

Pengujian hedonik dan skoring aroma

Bekatul memiliki aroma khas yang cukup kuat, hal ini disebabkan karena bekatul memiliki komponen yang mudah teroksidasi, untuk itu dilakukan uji skoring dan hedonik pada penerimaan konsumen akan aroma es krim.

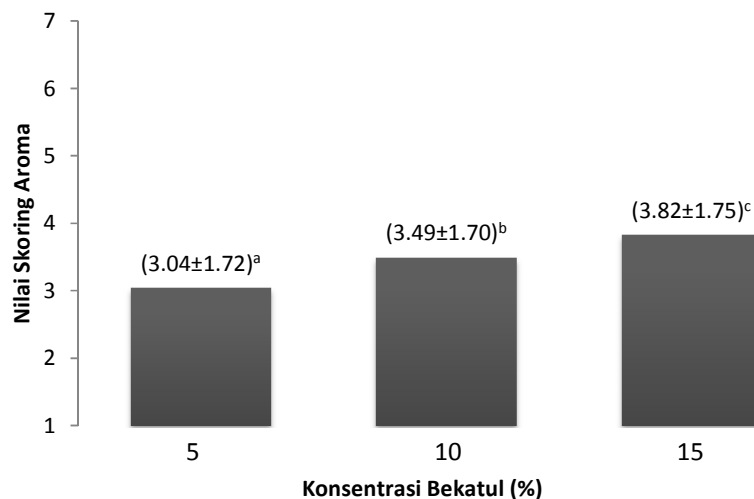
Dapat dilihat pada Gambar 10 bahwa perbedaan konsentrasi bekatul beras merah memberikan perbedaan yang nyata ($\alpha < 0.05$) pada penerimaan konsumen akan aroma es krim. Penggunaan bekatul beras merah sebesar 5% dan 10% tidak memberikan perbedaan

yang nyata ($\alpha > 0.05$), begitu juga antara penggunaan 10% dan 15%, tetapi antara penggunaan bekatul beras merah 5% dan 15% terdapat perbedaan yang signifikan. Hasil uji hedonik ini didukung oleh hasil uji skoring yang menyatakan semakin tinggi konsentrasi bekatul beras merah yang digunakan maka aroma khas bekatul akan semakin kuat (Gambar 11). Perbedaan konsentrasi bekatul beras merah yang digunakan memberikan perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$) pada hasil uji skoring.



Gambar 10 Pengaruh konsentrasi bekatul beras merah terhadap penilaian hedonik akan aroma es krim
Keterangan: notasi huruf dibelakang angka yang berbeda menunjukkan adanya beda nyata pada $\alpha = 0,05$.

Skala uji hedonik: 1-7 = sangat tidak suka-sangat suka

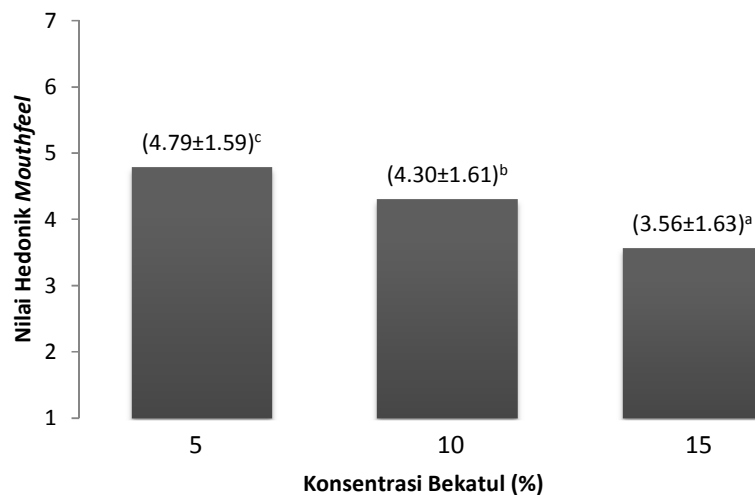


Gambar 11 Pengaruh konsentrasi bekatul beras merah terhadap penilaian uji skoring aroma es krim
Keterangan: notasi huruf dibelakang angka yang berbeda menunjukkan adanya beda nyata pada $\alpha = 0,05$.

Skala uji skoring: 1-7 = aroma bekatul sangat tidak kuat-aroma bekatul sangat kuat

Mouthfeel

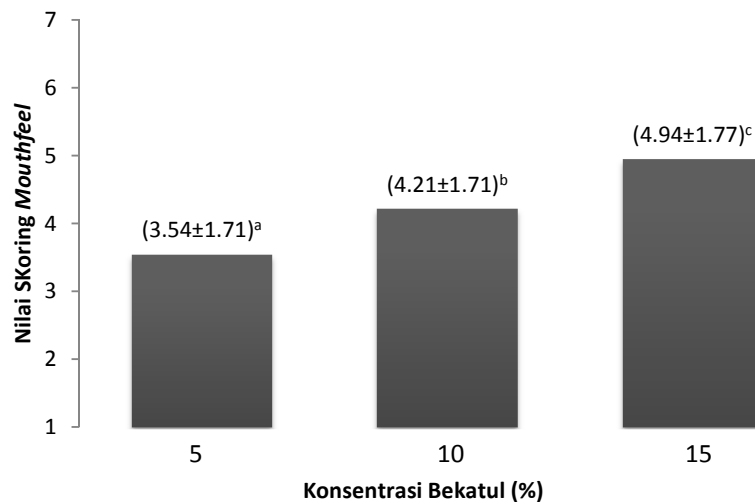
Berdasarkan hasil analisis statistik tidak terdapat interaksi ($p > 0,05$) antara konsentrasi bekatul beras merah dan jenis minyak pada penerimaan konsumen akan *mouthfeel* es krim. Penggunaan konsentrasi bekatul beras merah yang berbeda memberikan perbedaan yang nyata pada penerimaan panelis akan *mouthfeel* es krim. Panelis memberikan nilai kesukaan tertinggi pada es krim yang menggunakan bekatul beras merah sebesar 5%. Semakin besar konsentrasi bekatul beras merah, semakin rendah penerimaan konsumen. Hal ini didukung dengan hasil uji skoring (Gambar 13) dimana semakin tinggi konsentrasi bekatul beras merah, *mouthfeel* yang dirasakan akan semakin kasar.



Gambar 12 Pengaruh konsentrasi bekatul beras merah terhadap penilaian hedonik akan *mouthfeel* es krim

Keterangan: notasi huruf dibelakang angka yang berbeda menunjukkan adanya beda nyata pada $\alpha = 0,05$.

Skala uji hedonik: 1-7 = sangat tidak suka-sangat suka



Gambar 13 Pengaruh konsentrasi bekatul beras merah terhadap penilaian uji skoring akan *mouthfeel* es krim

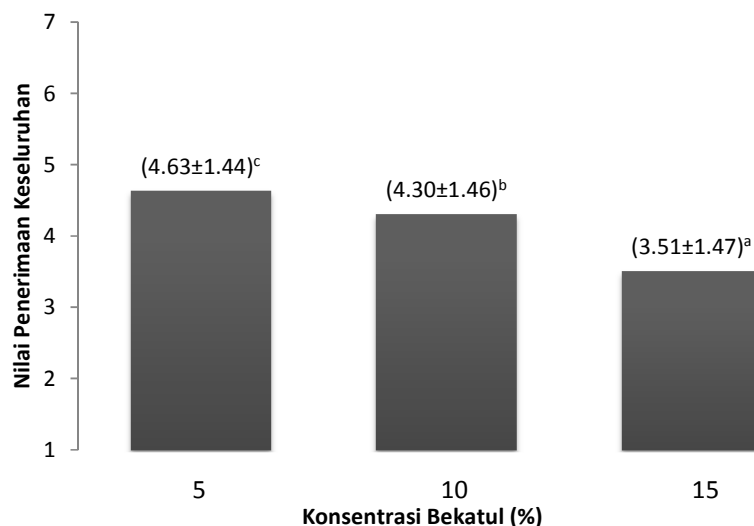
Keterangan: notasi huruf dibelakang angka yang berbeda menunjukkan adanya beda nyata pada $\alpha = 0,05$.

Skala uji skoring: 1-7 = sangat halus – sangat berpasir

Jenis minyak yang digunakan pada pembuatan es krim tidak memberikan perbedaan yang nyata baik pada uji hedonik maupun uji skoring. Namun berdasarkan hasil uji hedonik, para panelis lebih menyukai *mouthfeel* es krim yang menggunakan minyak kedelai (skoring hedonik = 4.34 ± 1.60) meskipun penilaian ini tidak memberikan perbedaan yang nyata dengan es krim yang menggunakan minyak jagung maupun minyak sawit.

Penerimaan Keseluruhan

Gambar 14 menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata ($\alpha < 0.05$) pada konsentrasi bekatul beras merah pada penerimaan keseluruhan panelis akan es krim. Es krim yang paling disukai yaitu es krim dengan menggunakan bekatul beras merah sebesar 5%. Sedangkan penggunaan bekatul beras merah sebesar 15% merupakan es krim yang paling tidak disukai dengan nilai dibawah netral (4).



Gambar 14 Pengaruh konsentrasi bekatul beras merah terhadap penilaian hedonik pada penerimaan keseluruhan es krim

Keterangan: notasi huruf dibelakang angka yang berbeda menunjukkan adanya beda nyata pada $\alpha = 0,05$.

Skala uji hedonik: 1-7 = sangat tidak suka-sangat suka

Penggunaan berbagai jenis minyak tidak memberikan perbedaan yang signifikan pada penerimaan keseluruhan es krim karena jenis minyak berdasarkan hasil uji hedonik tidak memberikan perbedaan signifikan, maka pemilihan jenis minyak didasarkan pada nilai ekonomis serta kemudahan ketersediaan bahan, yaitu minyak kelapa sawit ($4,23 \pm 1.48$). Penerimaan keseluruhan ini didukung dengan hasil uji hedonik parameter rasa dan aroma yang memiliki tingkat penerimaan tertinggi pada konsentrasi bekatul beras merah 5% dan menggunakan minyak sawit.

Komposisi Nutrisi Es Krim Formula Paling Disukai

Es krim yang dipilih berdasarkan hasil uji hedonik adalah es krim yang menggunakan 5% bekatul beras merah dan menggunakan minyak kelapa sawit sebagai bahan bakunya. Hasil analisis nutrisi es krim dengan formula ini dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Komposisi Nutrisi Es Krim Formula Paling Disukai

Komposisi Nutrisi	Jumlah (%)
Protein	1.40
Lemak	3.13
Karbohidrat	27.12
<i>Dietary Fiber</i>	3.99
Kadar Abu	0.61
Kadar Air	67.74

Es krim dengan menggunakan 5% bekatul beras merah dan minyak kelapa sawit dapat digolongkan sebagai es krim rendah lemak karena memiliki kandungan lemak antara 2-4% (Liou, 2006). Serat yang dimiliki es krim rendah lemak ini yaitu 3,99% dalam 100 gram es krim atau sebanyak 3,99 gram. Menurut Tharp dan Young (2013), takaran saji es krim yaitu $\frac{1}{2}$ cup atau 118 gram. Kandungan serat dalam es krim kacang hijau, bekatul beras merah, dan minyak kelapa sawit per takaran saji adalah 4,71 gram. Es krim tersebut dapat dikatakan sebagai makanan sumber serat pangan yang baik karena memiliki kandungan serat pangan lebih dari 2,5 gram/takaran saji (Slavin dan Lloyd, 2012).

KESIMPULAN

Perbedaan konsentrasi bekatul beras merah pada es krim memberikan perbedaan yang nyata pada pH dan total padatan terlarut es krim. Dalam hal ini, semakin tinggi konsentrasi bekatul beras merah maka semakin tinggi pula pH dan total padatan terlarut. Kecepatan leleh dan warna es krim dipengaruhi oleh kombinasi konsentrasi bekatul beras merah dan jenis minyak. Warna es krim yang dihasilkan termasuk dalam kelompok warna kuning kemerahan. Sementara itu, perbedaan konsentrasi bekatul beras merah maupun jenis minyak tidak memberikan perbedaan nyata pada nilai *overrun* es krim.

Es krim yang paling disukai berdasarkan hasil uji hedonik yaitu es krim dengan konsentrasi bekatul beras merah 5%. Untuk faktor jenis minyak yang digunakan tidak terdapat perbedaan tingkat penerimaan konsumen terhadap minyak kelapa sawit, minyak jagung, dan minyak kedelai. Es krim dengan formula 5% bekatul beras merah dan menggunakan minyak kelapa sawit memiliki warna, rasa, aroma, *mouthfeel*, dan penerimaan keseluruhan dalam kategori agak disukai.

Es krim dengan 5% bekatul beras merah dan menggunakan minyak kelapa sawit memiliki 3.99% serat pangan, 1.40% protein, 3.13% lemak, 27.12% karbohidrat, 0.61% kadar abu, dan 67.74% kadar air. Es krim formula terbaik ini dapat digolongkan sebagai es krim rendah lemak dan termasuk dalam kategori sumber serat pangan yang baik namun protein yang dimiliki belum mencapai standar minimum sesuai SNI es krim.

DAFTAR PUSTAKA

- Bennion, M. 1980. *The Science of Food*. New York: Harper and Row.
- Devi, R.R. dan C. Arumughan. 2006. "Phytochemical Characterization of Deffated Rice Bran and Optimization of a Process for Their Extraction and Enrichment". *Bioresure Technology* 98: 3037-3043.
- Huang, S.C., C.Y. Shiau, T.E. Liu, C.L. Chu, dan D.F. Hwang. 2005. "Effect of Rice Bran on Sensory and Physico-Chemical Properties of Emulsified Pork Meatballs". *Journal of Meat Science* 70: 613-619.
- Hutchings. 1990. *Food Colour and Appearance*. Glassgow: Blackie Academic.
- Hwang, J.Y., Yung, S.S, dan Cheng, K.H. 2009. "Grape Wine Less Improves The Rheological and Adds Antioxidant Properties to Ice Cream". *International Journal of Food Science and Technology* 42 (1) : 312-318.

- Kahlon, T. S. 2009. *Rice Bran: Production, Composition, Functionality and Food Application, Physiological Benefits*, dalam *Fiber Ingredients : Food Applications and Health Benefits*, p:305-322. Boca Raton: CRC Press.
- Marshall, Robert T. dan W. S. Arbuckle. 2000. *Ice cream: fifth edition*. Maryland: Aspen Publishers.
- Marsono, Y., Murdiati, A., dan Sri, N. 2007. "Substitusi Minyak Jagung dengan Minyak Sawit Merah dalam Produk Susu Bubuk Berkombinasi: Pengaruhnya pada Sifat Fisik dan Gizi". *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi* 6 (2) : 41-48.
- McGlynn, William. "Food Technology Fact Sheet: The importance of Food pH in Commercial Canning Operations." *Oklahoma State University*. Web. <http://pods.dasnr.okstate.edu/docushare/dsweb/Get/Document-962/FAPC-118web.pdf> ; Internes accesed 30 November 2014.
- Octaviana, Putri., L.M Ekawati Purwijantiningsih, dan Sinung Pranata. 2013. "Kualitas Permen Jelly dari Albedo Kulit Jeruk Bali (*Citrus grandis* L. Osbeck) dan Rosela (*Hibiscus sabdariffa* L.) dengan Penambahan Sorbitol". Home page on-line. Available from : <http://e-journal.uaaj.ac.id/4386/1/JURNAL.pdf>; Internet ; Accessed 26 November 2014.
- Slavin, J. L. dan B. Lloyd. 2012. Health Benefits of Fruits and Vegetables. *American Society for Nutrition Advance Nutrition* 3 : 506-516.
- Tharp, Bruce W dan L. Steven Young. *Tharo & Young on Ice Cream : An Encyclopedic Guide to Ice Cream Science and Technology*. USA: DEStech Publications, Inc, 2013.

Karakteristik Sifat Sensoris dan Kimiawi Dodol Cokelat dengan Penggunaan Variasi Sumber Lemak

Rifa Nurhayati, Ervika Rahayu N.H, Mukhammad Angwar
UPT Balai Pengembangan Proses dan Teknologi Kimia Lembaga Ilmu pengetahuan Indonesia. Jl
Jogja-wonosari km 31,5 desa Gading, Playen, Gunungkidul, Yogyakarta

Email : rifa.lipi@gmail.com ; rifa004@lipi.go.id

ABSTRACT

Cocoa (Theobroma cacao) is one of the commodities that become Indonesia's main export. Post-harvest processing of cocoa bean at the farm level is still minimal. Chocolate dodol became one of the alternatives that can be processed easily by farmers. The addition of cocoa powder and fat affects the sensory and chemical properties and shelf life of dodol. The aims of this study is determine the effect of fat sources (coconut milk, butter and full cream milk) for sensory and chemical properties of chocolate dodol. The highest fat content found in the chocolate dodol-butter (22.00%) and the highest peroxide value found in chocolate dodol-milk (1.61 ppm). Sensory testing of the 26 untrained panelists showed that the four formulations did not show significant differences from organoleptic properties.

Keywords : Cocoa, dodol, cocoa powder, fat

ABSTRAK

Kakao (Theobroma cacao) merupakan salah satu komoditas perkebunan yang menjadi ekspor unggulan Indonesia. Pengolahan pasca panen biji kakao di tingkat petani masih minim. Dodol cokelat menjadi salah satu alternatif olahan yang dapat diusahakan dengan cukup mudah oleh petani rakyat. Salah satu faktor yang berpengaruh pada komposisi lemak, sifat sensoris dan umur simpan dodol adalah penambahan bubuk cokelat dan sumber lemaknya. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh penggunaan variasi sumber lemak yaitu santan, mentega dan susu full krim terhadap sifat sensoris dan kimiawi dodol cokelat. Kandungan lemak tertinggi pada formulasi dodol cokelat mentega (22,00 %) tetapi angka peroksida tertinggi pada formulasi dodol cokelat susu (1,61 ppm). Pengujian sensoris terhadap 26 panelis tidak terlatih menunjukkan bahwa secara keseluruhan ke empat formulasi tidak menunjukkan perbedaan nyata dari sifat organoleptiknya.

Kata kunci : Kakao (*Theobroma cacao*), dodol, bubuk cokelat, lemak

PENDAHULUAN

Kakao (*Theobroma cacao*) merupakan komoditas perkebunan yang menjadi andalan ekspor nasional selain kelapa sawit dan karet. Indonesia merupakan negara penghasil kakao ketiga terbesar di dunia setelah Pantai Gading dan Ghana (FAO, 2015, Nielson et al., 2013). Perkebunan kakao sebagian besar (87,4%) dikelola oleh rakyat (perkebunan rakyat), selebihnya 6,0 % dalam bentuk perkebunan milik negara dan 6,7% perkebunan milik swasta (Haryadi dan Supriyanto, 2012). Agribisnis kakao di Indonesia mengalami perkembangan pesat dalam kurun waktu 20 tahun terakhir (Kemenperin, 2015).

Biji kakao mengandung 35-50% lemak, 15% pati, 15% protein, 1-4% theobromin, dan 0,07-0,36% kafein (Rizza et al., 2000). Kakao dan produknya merupakan sumber komponen fenolik (12-18%) yang berpotensi sebagai antioksidan (Kim dan Keeny, 1984

dalam Othman et. al., 2007). Karakter rasa coklat yang gurih dan aroma khas nya membuat coklat sangat diminati berbagai kalangan.

Pengolahan kakao menjadi bahan setengah jadi (bubuk coklat, lemak coklat atau pasta coklat) ataupun bahan jadi di Indonesia dikuasai oleh perusahaan-perusahaan besar. Sedangkan pengolahan kakao yang dilakukan oleh petani masih minim. Dodol coklat merupakan salah satu bentuk pengolahan kakao tradisional yang dikelola oleh petani. Menurut Haryadi (2006) dodol merupakan suatu olahan pangan yang dibuat dari campuran tepung beras ketan, gula, santan kelapa, yang dididihkan hingga menjadi kental, berminyak dan tidak lengket, serta apabila telah menjadi dingin, pasta akan menjadi padat dan kenyal. Dodol mempunyai karakteristik kadar air maksimal 20 %, kadar lemak minimal 7 %, kadar protein minimal 3 % dan sakarosa minimal 45 % (BSN, 1992).

Kendala yang masih dihadapi petani pengolah dodol coklat saat ini adalah umur simpannya yang pendek karena cepat menjadi tengik. Sehingga diperlukan informasi terkait sumber lemak yang bisa digunakan pada proses pengolahan dodol coklat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan santan, mentega dan susu full krim sebagai sumber lemak terhadap sifat kimiawi dan sensoris dodol coklat.

BAHAN DAN METODE

Pembuatan Bubuk Cokelat

Bubuk coklat dibuat dari biji kakao kering terfermentasi yang diambil dari kelompok tani di dusun Karang Sari desa Nglanggeran kecamatan Patuk kabupaten Gunungkidul, daerah Istimewa Yogyakarta. Biji kakao kering disangrai dengan menggunakan wajan tanah liat selama 10 menit hingga muncul aroma khas coklat. Daging biji (nib) kakao dipisahkan dari kulit bijinya, kemudian dihancurkan dengan blender hingga diperoleh pasta coklat. Selanjutnya pasta coklat dipress dengan mesin press hidrolik untuk memisahkan bungkil coklat dari lemak coklatnya. Bungkil coklat selanjutnya dialkalisasi untuk menetralkan pH bahannya. Cara alkalisasi yaitu dengan mencampurkan 1 kg bubuk coklat dengan 10 gram soda kue, 2 gram vanili, 20 gram maizena dan 40 gram gula halus. Campuran tersebut disangrai sekitar 15 menit pada suhu 90°C hingga muncul aroma coklat. Bubuk coklat teralkalisasi digunakan sebagai bahan baku pembuatan dodol coklat.

Pembuatan Dodol Cokelat

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan dodol coklat adalah tepung beras, tepung ketan, gula pasir, bubuk coklat, kelapa, mentega dan susu full krim. Persentase formulasi dodol dapat dilihat pada Tabel 1. Proses pembuatan dodol coklat seperti cara tradisional yang dilakukan di pengrajin dodol di desa Nglanggeran yaitu seperti pada Gambar 1. Dodol coklat dikemas dengan plastik PE kemudian dilakukan analisis kadar air, Aw, kadar lemak, angka peroksida, gula reduksi dan uji organoleptik.

Tabel 1. Formulasi dodol coklat

Bahan	Formula			
	I	II	III	IV
Gula pasir (g)	800	800	800	800
Bubuk coklat (g)	200	200	200	200
Tepung beras ketan (g)	520	520	520	520
Tepung beras putih (g)	80	80	80	80
Kelapa (g)	400	200	200	200
Mentega (g)	-	200	-	100
Susu full krim (g)	-	-	200	100
Air (L)	1200	1200	1200	1200

Pengujian Sensoris

Uji organoleptik dilakukan terhadap 26 panelis tidak terlatih dengan parameter rasa, warna, aroma, kelengketan, kekenyalan dan keseluruhan. Penilaian menggunakan *Hedonic Scale Scoring* dengan nilai tidak suka adalah 1 dan sangat suka 5.

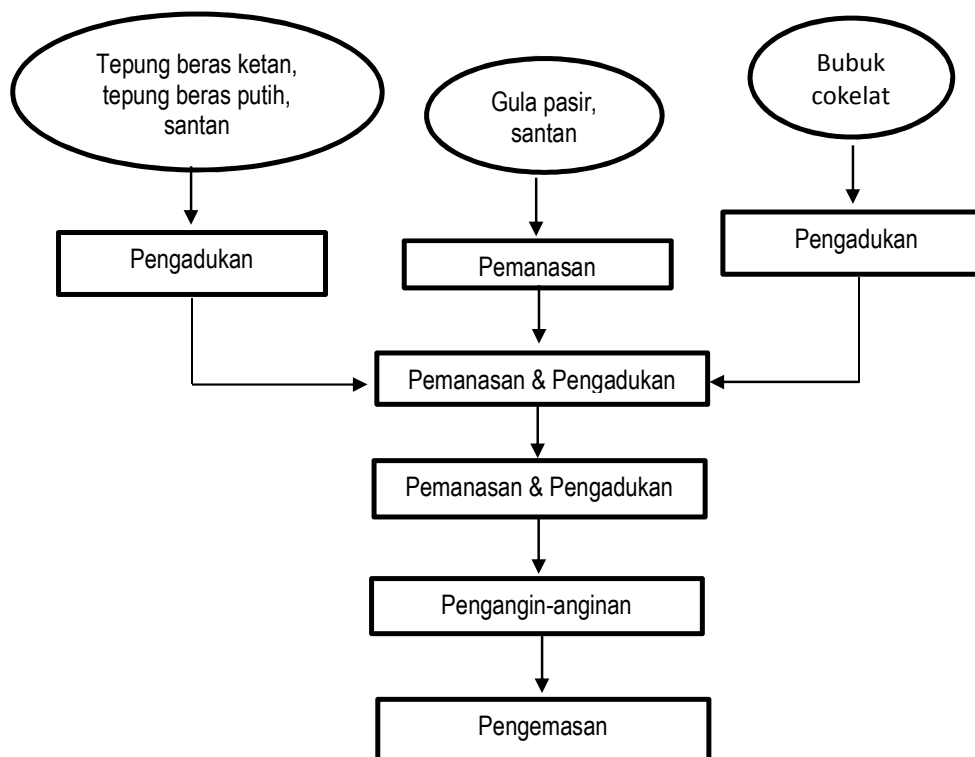
HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat kimiawi dodol coklat yang meliputi kadar air, Aw, kadar lemak, angka peroksida dan gula reduksi disajikan pada Tabel 2.

Kadar Air Dodol Coklat

Kadar air dodol coklat yang diperoleh dari penelitian ini adalah berkisar 19-23 %, sedangkan syarat mutu dodol berdasarkan SNI (BSN,1992) adalah kadar air maksimal 20 %. Hal ini berarti hanya dodol coklat dengan santan yang kadar airnya memenuhi SNI, sedangkan penggunaan mentega dan susu full krim menghasilkan kadar air dodol coklat lebih tinggi dari syarat mutu SNI.

Pada pemanasan tepung beras ketan dengan cukup banyak air, pati yang terkandung di dalam tepung akan menyerap air dan membentuk pasta yang kental, dan pada saat dingin akan membentuk masa yang kenyal, lenting dan liat (Haryadi, 2006).



Gambar 1. Alur proses pengolahan dodol coklat

 a_w (Activity of water) Dodol Cokelat

Hasil analisis menunjukkan nilai a_w dodol coklat berkisar antara 0,7-0,8. Perlakuan varias sumber lemak menunjukkan nilai a_w yang berbeda secara nyata. Formula dodol coklat dengan santan menghasilkan nilai a_w tertinggi, sedangkan formula dodol coklat dengan mentega-susu menghasilkan nilai a_w terendah. Nilai a_w dipengaruhi oleh jumlah gula yang terdapat dalam produk (Syamsir dan Sitanggang, 2011). Pada formula dodol dengan mentega-susu, jumlah gula nya tertinggi dibandingkan formula yang lain (Tabel 2) dan mempunyai nilai a_w rendah. Gula yang mempunyai gugus hidroksil dapat mengikat air sehingga menurunkan nilai a_w pada bahan.

Tabel 2. Komposisi kimia dodol coklat pada berbagai variasi sumber lemak

Sumber Lemak	Kadar air (%)	a_w	Kadar lemak (%)	Angka peroksida (ppm)	Gula reduksi (%)
Santan	19,81±0,010 ^a	0,81±0,000 ^a	18,99±0,804 ^a	1,15±0,105 ^a	1,74±0,036 ^a
Mentega	22,52±0,002 ^b	0,80±0,000 ^b	22,00±0,006 ^b	1,31±0,709 ^a	3,61±0,054 ^b
Susu	22,40±0,004 ^b	0,78±0,000 ^c	21,25±0,024 ^b	1,61±0,003 ^b	4,96±0,054 ^c
Mentega-Susu	23,58±0,101 ^c	0,77±0,005 ^d	21,52±0,019 ^b	1,41±0,005 ^{ab}	5,23±0,027 ^d

Keterangan : Huruf yang sama di belakang angka menunjukkan tidak berbeda nyata ($\alpha = 0,05$)

Kadar Lemak Dodol Cokelat

Kadar lemak dodol cokelat hasil analisis berkisar antara 19-22 %. Perlakuan penggunaan santan menghasilkan kadar lemak dodol yang berbeda nyata dengan formula dodol dengan mentega dan susu full krim. Perbedaan sumber lemak akan menghasilkan dodol dengan kadar lemak yang berbeda.

Angka Peroksida

Hasil analisis bilangan peroksida dodol cokelat berkisar 1,15-1,61 %. Formula yang menggunakan santan tidak berbeda nyata dengan formula yang menggunakan mentega dan mentega-susu, tetapi berbeda nyata dengan formula yang menggunakan susu. Angka peroksida terkecil diperoleh dari dodol cokelat santan.

Gula Reduksi Dodol Cokelat

Hasil analisis gula reduksi dodol cokelat berkisar antara 1,7-5,2 %. Perlakuan penggunaan sumber lemak berpengaruh nyata terhadap gula reduksi dodol cokelat. Keberadaan gula reduksi yang tinggi akan memberikan sifat manis pada dodol dan membantu membentuk tekstur dodol karena dapat menyerap air.

Pengujian Organoleptik

Hasil analisis pengujian organoleptik disajikan pada Tabel 3.

Rasa Dodol Cokelat

Penggunaan perlakuan variasi sumber lemak tidak mempengaruhi penilaian panelis terhadap parameter rasa dodol cokelat. Penilaian rasa dodol cokelat berkisar 3,42-3,54. Rasa manis pada dodol disebabkan oleh penambahan gula pasir. Menurut Haryadi (2006) penambahan gula pasir dan gula kelapa sebagai pemberi rasa manis dan membantu pembentukan tekstur dodol agar lebih liat dan lenting.

Warna Dodol Cokelat

Dodol cokelat memiliki warna coklat sebagai akibat reaksi karamelisasi. Karamelisasi terjadi ketika gula dipanaskan diatas titik lelehnya dan berubah warna menjadi coklat yang disertai dengan penambahan cita rasa (Apandi, 1984; Winarno, 1992; Astawan dkk, 2004). Penilaian terhadap parameter warna dodol cokelat berkisar antar 3,31-3,85. Nilai kesukaan tertinggi terdapat pada dodol cokelat dengan penggunaan mentega.

Aroma Dodol Cokelat

Pengujian organoleptik menunjukkan bahwa penggunaan variasi sumber lemak tidak berpengaruh pada penilaian panelis terhadap parameter aroma dodol cokelat. Hal ini disebabkan aroma dodol cokelat keluar dari aroma khas bubuk cokelat, yang pada penelitian ini persentase penggunaan bubuk cokelat sama untuk semua formula.

Tabel 3. Pengujian organoleptik dodol cokelat pada berbagai variasi sumber lemak

Sumber Lemak	Parameter					
	Rasa	Warna	Aroma	Kelengketan	Kekenyalan	Keseluruhan
Santan	3,42±0,185 ^a	3,65±0,146 ^{a,b}	3,58±0,159 ^a	3,35±0,146 ^a	3,00±0,147 ^a	3,42±0,138 ^a
Mentega	3,46±0,186 ^a	3,85±0,132 ^b	3,62±0,176 ^a	3,58±0,168 ^a	3,54±0,194 ^b	3,65±0,166 ^a
Susu	3,54±0,194 ^a	3,31±0,155 ^a	3,58±0,138 ^a	3,54±0,127 ^a	3,42±0,138 ^{a,b}	3,62±0,137 ^a
Mentega-Susu	3,54±0,186 ^a	3,77±0,160 ^b	3,58±0,177 ^a	3,58±0,149 ^a	3,42±0,168 ^{a,b}	3,52±0,193 ^a

Keterangan : Huruf yang sama di belakang angka menunjukkan tidak berbeda nyata ($\alpha = 0,05$)

Kelengketan Dodol Cokelat

Pengujian organoleptik menunjukkan bahwa penggunaan variasi sumber lemak tidak berpengaruh pada penilaian panelis terhadap parameter kelengketan dodol cokelat. Menurut Haryadi (2006) dodol merupakan suatu olahan pangan yang dibuat dari campuran tepung beras ketan, gula, santan kelapa, yang dididihkan hingga menjadi kental, berminyak dan tidak lengket, serta apabila telah menjadi dingin, pasta akan menjadi padat dan kenyal. Sehingga seluruh formula dodol mempunyai sifat tidak lengket.

Kekenyalan Dodol Cokelat

Pengujian organoleptik pada parameter kekenyalan dodol cokelat menunjukkan kisaran nilai 3,00-3,54. Kekenyalan dodol cokelat diukur dengan cara menekan dodol dengan jari. Pada saat pemanasan, terjadi gelatinisasi pati menjadi pasta kental yang ketika dingin akan membentk masa yang kenyal dan liat (Haryadi, 2006).

KESIMPULAN

Pada penelitian ini penggunaan santan pada pengolahan dodol cokelat merupakan formula terbaik. Perlakuan penggunaan santan sebagai sumber lemak pada pengolahan dodol cokelat menghasilkan dodol dengan kadar air 19,81 %, a_w 0,81, kadar lemak 18,99 %, angka peroksida 1,15 ppm dan gula reduksi 1,74 %. Berdasarkan uji organoleptik, penggunaan santan menghasilkan dodol cokelat dengan tingkat kesukaan 3,42; rasa 3,42; warna 3,65; aroma 3,58; kekenyalan 3,00 dan kelengketan 3,55.

DAFTAR PUSTAKA

- Apandi, M. 1984. Teknologi Buah dan Sayur. Jakarta
- Astawan, M. Koswara, S. dan Herdiani, F. 2004. Pemanfaatan Rumput Laut (*Eucheuma cottoni*) untuk Meningkatkan Kadar Iodium dan Serat Pangan pada Selai dan Dodol. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan. Vol XV. No 1
- Badan Standardisasi Nasional. 1992. Dodol. SNI 01-2986-1992. Jakarta.
- FAO. 2015. Top 10 Commodities of Cocoa Beans in 2013. *Food and agricultural organization of united nation*. faostat3.fao.org.
- Haryadi. 2006. Teknologi Pengolahan Beras. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Haryadi dan Supriyanto. 2012. Teknologi Cokelat. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

-
- Kemenperin. 2015. 2015, Indusri Scrap 800 Ribu Ton Kakao. *Kementerian Perindustrian RI*. kemeperin.go.id
- Neilson, J. 2007. Global markets, farmers and the state: sustaining profits in the Indonesian cocoa sector. *Bulletin of Indonesian Economic Studies*, 43(2), 227-250.
- Syamsir, E dan Sitanggang, P. 2011. Pengembangan Dodol Sebagai Produk Pangan Darurat. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan* vol. 9 no. 1, April.
- Winarno. 1992. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta

SIFAT MIKROEMULSI AIR DALAM RED PALM OIL-PALM KERNEL OLEIN BLENDING SEBAGAI PEMBAWA ASAM ASKORBAT

Characteristics of Water in Red Palm Oil-Palm Kernel Olein Blending Microemulsion as Carrier of Ascorbic Acid

Maria Ulfah^{a*}, Suroso^a

^aJurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, INSTIPER, Yogyakarta
Jl. Nangka II, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta, Indonesia

*E-mail: ulfahmaria122@yahoo.com

ABSTRACT

This study aimed to get food ingredient containing β -carotene, medium chain triglycerides and vitamin C in the form of a microemulsion. Formula determination of water in red palm olein palm kernel oil-blending microemulsion as a carrier of ascorbic acid and its properties studied in this research. Water-in-oil microemulsion made with a mixture of surfactants consisting of Span 80 (hydrophilic-lipophilic balance/HLB = 4.3), Span 20 (HLB = 8.6) and Tween 20 (HLB = 16.7). Water-in-oil microemulsion most excellent produced with 6.5 HLB surfactant mixture consisting of 67.5% Span 80, 22.5% Span 20 and 10% Tween 20. Based stability during storage and high speed, water-in-oil microemulsion most stable produced in the ratio of surfactant: water: oil = 5: 1: 9.06. The ratio of surfactant and water (5: 1) was then used in the manufacture of water-in-oil microemulsion as a carrier of ascorbic acid. Water-in-oil microemulsion as carrier of ascorbic acid that had best quality is a microemulsion with 200 ppm of ascorbic acid in the water phase (10.18 ppm of the total weight of the microemulsion). This microemulsion produced by a ratio of surfactant: ascorbic acid solution: oil = 5: 1: 19.64 with a free fatty acid content of 0.776%, peroxide value of 1.061 meq/kg, DOBI of 3.064, 137.158 ppm β -carotene, the cloud point at 8,15°C and melting point at 22,125°C. Water-in-oil microemulsion as a carrier of ascorbic acid up to 500 ppm in the water phase (19.33 ppm of the total weight of the microemulsion) could inhibit the rate of hydrolysis and oxidation when compared with microemulsion with 200 ppm of ascorbic acid in the water phase. Water-in-oil microemulsion with 200 ppm of ascorbic acid in the water phase before being exposed to light had higher levels of free fatty acids and peroxide value respectively 0.776% and 1.061 meq/kg, while after being exposed to light respectively 0.887% and 1.887 meq/kg. Microemulsion with 500 askrobat acid in the water phase before being exposed to light had higher levels of free fatty acids and peroxide value, respectively 0.780% and 1.091 meq/kg, while after being exposed to light respectively 0.841% and 1.788 meq/kg.

Keywords: Mikroemulsi water in oil, surfactants, red palm oil-palm kernel olein blending, ascorbic acid

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan food ingredient kaya β -karoten, medium chain trigliserida dan vitamin C dalam bentuk mikroemulsi. Formula mikroemulsi air dalam red palm oil-palm kernel olein blending sebagai pembawa asam askorbat dan sifat-sifatnya dipelajari dalam penelitian ini. Mikroemulsi air dalam minyak dibuat dengan campuran surfaktan yang terdiri dari Span 80 (hydrophilic-lipophilic balance/HLB=4,3), Span 20 (HLB=8,6) dan Tween 20 (HLB=16,7). Mikroemulsi air dalam minyak terbaik dihasilkan dengan campuran surfaktan HLB 6,5 yang terdiri dari 67,5% Span 80, 22,5% Span 20 dan 10% Tween 20. Berdasar kestabilan selama penyimpanan dan putaran tinggi, mikroemulsi air dalam minyak terbaik dihasilkan dengan rasio surfaktan:air:minyak = 5:1:9,06. Rasio surfaktan dan air (5:1) selanjutnya digunakan dalam pembuatan mikroemulsi air dalam minyak sebagai pembawa asam askorbat. Mikroemulsi air dalam minyak pembawa asam askorbat terbaik adalah mikroemulsi dengan asam askorbat 200 ppm dalam fase air

(10,18 ppm dalam total berat mikroemulsi). Mikroemulsi ini dihasilkan dengan rasio surfaktan:larutan asam askorbat:minyak = 5:1:19,64 yang memiliki kadar asam lemak bebas 0,776%, angka peroksida 1,061 meq/kg, DOBI 3,064, β -karoten 137,158 ppm, cloud point 8,15°C dan melting point 22,125°C. Mikroemulsi air dalam minyak sebagai pembawa asam askorbat hingga 500 ppm dalam fase air (19,33 ppm dalam total berat mikroemulsi) dapat menghambat laju hidrolisis maupun oksidasi jika dibanding dengan mikroemulsi dengan asam askorbat 200 ppm dalam fase air. Mikroemulsi asam askorbat 200 ppm dalam fase air sebelum penyinaran memiliki kadar asam lemak bebas dan angka peroksida masing-masing 0,776% dan 1,061 meq/kg, sedangkan setelah penyinaran masing-masing 0,887% dan 1,887 meq/kg. Mikroemulsi dengan asam askorbat 500 dalam fase air sebelum penyinaran memiliki kadar asam lemak bebas dan angka peroksida masing-masing adalah 0,780% dan 1,091 meq/kg, sedangkan setelah penyinaran masing-masing 0,841% dan 1,788 meq/kg.

Kata kunci : Mikroemulsi water in oil, surfaktan, red palm oil-palm kernel olein blending, asam askorbat

PENDAHULUAN

Mikroemulsi merupakan larutan isotropic transparan, stabil secara termodinamika dengan ukuran partikel berkisar antara 5 sampai 10 nm, muncul secara spontan melalui perakitan sendiri bagian hidrofobik atau hidrofilik dari molekul surfaktan. Mikroemulsi telah ditemukan pada berbagai aplikasi tetapi aplikasi dalam makanan dibatasi oleh jenis surfaktan yang digunakan untuk memfasilitasi pembentukan mikroemulsi. Banyak surfaktan tidak diperbolehkan dalam makanan, dan hanya dapat ditambahkan pada tingkat yang rendah (Flanagan dan Singh, 2006; Choedkk., 2008; Bayrak dan Iscan, 2005).

Pada umumnya, mikroemulsi dapat dibedakan menjadi tiga tipe berdasar strukturnya, yaitu *oil-in-water* (o/w), *water-in-oil* (w/o) dan *bicontinuous structure* (B.C.) (Lv dkk., 2006). Mikroemulsi *oil-in-water* merupakan droplet minyak yang diselubungi oleh lapisan surfaktan (dan mungkin ko-surfaktan) membentuk fase internal yang terdistribusi dalam air sebagai fase kontinyu. Monolayer dari surfaktan membentuk lapisan antarmuka yang mengarah ke kurva positif, yaitu gugus kepala polar menghadap ke fase air kontinyu dan ekor lipofilik menghadap ke dalam droplet minyak (Sharma dkk., 2013; Lim, 2006; Lv dkk., 2006; Bayrak dan Iscan, 2005). Mikroemulsi *water-in-oil* terbentuk dari droplet air yang dikelilingi oleh fase kontinyu minyak. Ini umumnya dikenal sebagai "*reverse micelles*", di mana kelompok kepala polar dari surfaktan menghadap ke dalam droplet air, dengan ekor asam lemak menghadap ke dalam fase minyak (Sharma dkk., 2013; Lim, 2006; Mrinmoy dkk., 2010; Lv dkk., 2006; Bayrak dan Iscan, 2005). Bila air dan minyak ada dalam jumlah sama, sistem mikroemulsi bikontinyu bisa terjadi. Dalam hal ini, antara air dan minyak berada sebagai fase kontinyu, sehingga mengakibatkan "*sponge-phase*". Perubahan dari mikroemulsi o/w menjadi w/o bisa melalui keadaan bikontinyu. Mikroemulsi bikontinyu, memperlihatkan aliran *non-newtonian* dan plastis (Sharma dkk., 2013).

Red palm oil (RPO) merupakan sumber β -karoten, secara umum mengandung 500-800 mg pro-vitamin A karotenoid/kg minyak. β -karoten dapat diabsorpsi tubuh, selanjutnya dikonversi menjadi retinol yang merupakan bentuk aktif dari vitamin A (Rice dan Burns, 2010). Vitamin A merupakan zat gizi esensial yang membantu pertumbuhan,

perkembangan, fungsi imun dan penglihatan. Efek defisiensi ini adalah peningkatan resiko terjadinya penyakit dan tingginya anemia, xerophthalmia dan kebutaan yang sebagian terjadi pada anak pra sekolah (Rice dan Burns, 2010). RPO dapat meningkatkan status vitamin A melalui penggunaannya sebagai suplemen diet maupun sebagai fortifikan makanan pokok atau bumbu (Rice dan Burns, 2010).

Palm kernel olein (PKOo) merupakan sumber *medium chain fatty acid* (C6-C12) sekitar 54% (Manaf dkk. 2007), 53% (Noor Lida dkk. 2002), 52,9% (Yusof Basiron, 2005). MCT atau trigliserida yang mengandung MCFA sering digunakan sebagai suplemen untuk pasien yang menderita malabsorpsi karena penyakit usus dan sebagai infant formula (Ghosh dan Bhattacharyya, 1997), mengatasi sindrom malabsorpsi karena kecepatan absorpsi dan kelarutannya, dan berguna untuk mengatasi obesitas (St. Onge dkk. 2003; Borgue dkk. 2003; Nagao dan Yanagita, 2010).

Mengingat potensi gizi RPO yang cukup bagus dengan asam palmitat 39,3%, oleat 43,7% dan linoleat 10,5%, α -tokoforol 173 ppm, β -karoten 500-800 ppm yang secara fungsional sangat baik untuk kesehatan, namun daya terima masyarakat umum belum baik dan masih diragukan daya tahannya selama penyimpanan terutama karena oksidasi, maka perlu dilakukan modifikasi minyak menjadi *edible oil* yang lebih baik, antara lain dengan melakukan *blending* dengan PKOo yang kaya akan *medium chain fatty acid* (C6-C12) sekitar 54%.

Hasil penelitian Ulfah dkk. (2015), menunjukkan bahwa minyak campuran antara *red* RPO dengan PKOo yang dihasilkan dengan rasio 50:50 (v/v) memiliki kadar β -karoten 459,52 ppm, angka peroksida 1,35 meq/kg, asam lemak bebas 0,09 %, angka penyabunan 202,60, *melting point* 24,15 °C dan *cloud point* 7,15 °C serta komposisi asam lemak (kaprat 1,24 %, laurat 29,00 %, miristat 10,09 %, palmitat 23,10 %, linoleat 5,84 %, oleat 27,30 % dan stearat 3,43 %). Dari data tersebut nampak bahwa ada perubahan kadar β -karoten dan munculnya asam lemak rantai menengah (laurat) pada minyak *blending* yang dihasilkan.

Untuk meningkatkan daya simpan produk minyak makan hasil *blending* RPO dengan PKOo, maka perlu ditambahkan antioksidan yang bersifat sinergis dengan β -karoten dan α -tokoferol dalam RPO, antioksidan tersebut adalah asam askorbat. Asam askorbat, α -tokoferol dan β -karoten berpotensi sebagai agen penurun stress oksidatif, selain itu, interaksi antara jenis antioksidan ini akan menguntungkan dari sisi proteksi dan regenerasi. α -Tokoferol dapat menghambat peroksidasi lipid. Asam askorbat dapat meregenerasi α -tokoferol dari radikal α -tokoferol selama peroksidasi lipid dan mengkonversi radikal β -karoten menjadi bentuk tereduksi kembali. α -Tokoferol juga dapat melindungi β -karoten dari autooksidasi. Sebaliknya, β -karoten dapat mensirkulasi ulang α -tokopherol teroksidasi menjadi tereduksi (Liu dkk., 2003).

Asam askorbat merupakan antioksidan yang tidak dapat larut dalam minyak, maka perlu dibawa oleh medium yang suka air dan minyak. Medium ini adalah sistem mikroemulsi w/o sehingga antioksidan hidrofilik dapat ditambahkan ke dalam produk minyak makan RPO- PKOo. Rukmini dkk. (2012^a), menyatakan bahwa formulasi mikroemulsi *water-in-virgin coconut oil* (w/o) dapat dipreparasi berdasarkan konsep *hydrophilic lipophilic balance*

(HLB) menggunakan kombinasi surfaktan nonionik HLB rendah, sedang dan tinggi masing-masing adalah Span 80 (HLB=4,3), Span 20 (HLB=8,6) dan Tween 20 (HLB=15) untuk memperoleh nilai HLB 6,0; 6,5; 7,0; 7,5; dan 8,0. Hasil menunjukkan bahwa mikroemulsi w/o dapat dihasilkan dengan porsi minyak 75% dengan rasio surfaktan dan air minimal 4,5:1, sedangkan jika diformulasikan dengan 77,78% minyak, rasio surfaktan dan air, minimal 5,5:1. Mikroemulsi yang diperoleh stabil pada penyimpanan suhu ruang, namun tidak stabil pada pemanasan 70°C atau lebih.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan food ingredient kaya β -karoten, medium chain trigliserida dan vitamin C dalam bentuk mikroemulsi. Formula mikroemulsi air dalam RPO-PKOo blending sebagai pembawa asam askorbat dan sifat-sifatnya dipelajari dalam penelitian ini.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat Penelitian

Red palm oil (RPO) diperoleh dari Pusat Penelitian Kelapa Sawit Medan, *Palm kernel olein* (PKOo) diperoleh dari PT Smart Tbk. Marunda, Bekasi. Deionized water, Tween 20 (Sigma-Aldrich), Span 20 (Sigma-Aldrich), Span 80 (Fluka, Sigma-aldrich), asam askorbat (pro analysis) dan bahan-bahan lain untuk analisis.

Alat utama untuk penelitian ini meliputi stirring hot plate, sentrifuge (Hettich Zentrifugen EBA 20), UV-Vis spektrofotometer (Shimadzu UV Mini 1240).

Penentuan Nilai HLB Mikroemulsi *Water In Oil*

Penentuan nilai HLB mikroemulsi mengacu pada metode Rukmini dkk. (2012a) yang menggunakan 3 jenis surfaktan Span 80 (HLB=4,3), Span 20 (HLB=8,6) dan Tween 20 (HLB=16,7) dengan proporsi seperti disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Proporsi kombinasi surfaktan

HLB	Proporsi kombinasi surfaktan (%)			
	Span 80	Span 20	Tween 20	Formula
6,0	79,75	10,00	10,25	H ₁
6,5	67,50	22,50	10,00	H ₂
7,0	56,05	33,95	10,00	H ₃
7,5	44,40	45,60	10,00	H ₄
8,0	36,55	51,45	12,00	H ₅

Sumber : Rukmini dkk. (2012a)

Pembuatan mikroemulsi dilakukan secara berurutan mulai dari formula H₁ – H₅. Pembuatan mikroemulsi H₁ dibuat dengan proporsi Span 80 (79,75%), Span 20 (10,00%) dan Tween 20 (10,25%). Surfaktan formula H₁ dicampur dengan air deionisasi dengan rasio perbandingan 5:1 (w/w) diatas *stirring hot plate* pada suhu 50 ± 2°C dan diaduk selama 10 menit. *Blending oil* (RPOo dan PKOo) suhu 50 ± 2°C, ditambahkan tetes demi tetes menggunakan buret dengan kecepatan stirrer sedang. Jika campuran larutan berbentuk transparan maka sistem mikroemulsi telah terbentuk. Adanya campuran mikroemulsi yang

transparan menunjukkan rasio air/surfaktan/minyak telah tercapai. Selanjutnya sampel mikroemulsi disimpan pada suhu ruang ($27-30 \pm 1^\circ\text{C}$) selama 24 jam (Choedkk., 2008). Stabilitas mikroemulsi diuji pengaruhnya terhadap suhu penyimpanan ($27-30^\circ\text{C}$) dan putaran tinggi (3500 rpm, 5 menit) sehingga diperoleh mikroemulsi yang stabil secara visual, dengan ditandai tidak adanya pemisahan fase.

Pemasukan Asam Askorbat dalam Mikroemulsi

Rasio air/surfaktan/minyak yang mampu menghasilkan mikroemulsi stabil terhadap penyimpanan dan putaran tinggi digunakan sebagai formula pembuatan mikroemulsi yang akan membawa asam askorbat pada fase air. Asam askorbat dengan konsentrasi 0, 100, 200, 300, 400 dan 500 ppm yang sudah dilarutkan dalam fase air digunakan sebagai formula mikroemulsi.

Asam askorbat dilarutkan dalam fase air pada suhu kamar menggunakan wadah yang terlindung dari paparan cahaya. Kemudian ditambahkan surfaktan dengan perbandingan fase air : surfaktan (1:5) w/w dan dibuat mikroemulsi dengan cara seperti pada formulasi mikroemulsi. Kelarutan maksimum asam askorbat dalam mikroemulsi ditunjukkan dengan diperolehnya kenampakan yang jernih tanpa adanya pemisahan fase ataupun terdapatnya endapan asam askorbat. Mikroemulsi yang dihasilkan dikarakterisasi, meliputi: kadar asam lemak bebas, angka peroksida, DOBI (*deterioration of bleacheability index*), β -karoten, melting point dan cloud point.

Karakterisasi Mikroemulsi

Asam lemak bebas

Asam lemak bebas ditentukan menggunakan metode titrimetri berdasar AOCS Ca 5a-40, 1997 (AOCS, 2003^b). Minyak cair sebanyak 3-5 g di tambah 50 ml etil alkohol 95% netral panas dan 2 ml larutan indikator fenolftalein kemudian dicampur hingga homogen dalam erlenmeyer 250 ml. Larutan dititrasikan menggunakan natrium hidroksida standard 0,1 N sambil digojok hingga warna merah jambu muncul sebagaimana warna alkohol netral sebelum penambahan sampel dan dihentikan hingga warna bertahan selama 30 detik.

$$\text{Kadar asam lemak sebagai oleat (\%)} = \frac{\text{ml NaOH} \times N \times 28,2}{\text{Berat sampel (g)}}$$

Angka peroksida

Angka peroksida dianalisis menggunakan metode Hills dan Thiel (Adnan, 1986), Satu tetes sampel ditimbang pada tabung reaksi dan dilarutkan dalam benzene : methanol = 70 : 30 v/v sampai volume 10 ml. Selanjutnya ditambah 1 tetes ammonium tiosianat dan 1 tetes ferro klorida dan digojok dengan vortex selama 5 detik. Larutan dipanaskan pada suhu 50°C selama 2 menit, kemudian didinginkan pada suhu ruang. Larutan dibaca pada absorbansi panjang gelombang 510 nm. Larutan untuk kurva standar dibuat dengan cara $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ sebanyak 0,25 gr dilarutkan dalam 25 ml HCl 10 N, selanjutnya dioksidasi dengan 2 ml H_2O_2 . Sisa H_2O_2 dihilangkan dengan mendidihkan larutan. Larutan diencerkan menjadi 250 ml dengan HCl 10 N sebagai stock larutan standar. Dibuat lima seri

pengenceran dengan mengambil larutan stok 0,5; 1; 2; 3; 4 dan 5 ml dan diencerkan dengan benzene:methanol 70:30 (v/v) sampai volume 10 ml. Pada larutan ini ditambahkan 1 tetes larutan ammonium tiosianat dan 1 tetes ferro klorida. Larutan dibaca pada absorbansi dengan panjang gelombang 510 nm.

$$\text{Angka peroksida} = \frac{a \times b}{c \times 55,85}$$

Dimana, a adalah jumlah Fe yang tertera dihitung dari persamaan kurva standar, b adalah volume larutan awal dan c adalah berat minyak

DOBI(Morad dkk. 2006)

Analisis DOBI minyak mengacu Morad dkk. (2006), sebanyak 0,1 g minyak yang sudah dicairkan pada suhu 70°C dan dihomogenisasi, dimasukkan dalam labu ukur 25 ml dan diencerkan menggunakan n-hexane hingga tanda tera. Larutan minyak dimasukkan ke dalam kuvet 10 mm dan absorbansi karotenoid diukur menggunakan UV-visible spectrophotometer pada panjang gelombang 446 nm dan produk oksidasi sekunder dapat ditera pada panjang gelombang 269 nm, demikian juga untuk larutan blanko.

$$\text{DOBI} = \frac{\text{Abs } \lambda 446}{\text{Abs } \lambda 269}$$

β-Karoten

Kadar β-karoten dianalisis menggunakan spektrofotometer mengacu MPOB *test method* (Dauqan dkk., 2011). Sebanyak 0,1 g filtrat ditimbang dalam labu takar 25 ml dan diencerkan menggunakan n-heksan hingga tanda tera. Selanjutnya ditera absorbansinya menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 446 nm.

$$\text{Total karotenoid} = \frac{25 \times 383 \times \text{Abs } \lambda 446}{100 \times W}$$

Dimana, 25 adalah volume pengenceran, 383 adalah *extinction coefficient* untuk karotenoid, Abs adalah absorbansi sampel dan W adalah berat sampel (g).

Melting point

Pengujian *melting point* dilakukan dengan metode pipa kapiler mengacu metode AOCS-Cc-1-25-97 (AOCS, 2003^c). Minyak dicairkan, selanjutnya pipa kapiler dicelupkan ke dalam minyak hingga sampel naik ±10 mm, salah satu ujungnya ditutup dengan jalan memanaskannya hingga kaca meleleh. Sampel dalam pipa kapiler didinginkan dalam refrigerator pada suhu 4-10°C selama 16 jam. Pipa kapiler diikatkan pada termometer pada bagian mercury, selanjutnya bagian dasar termometer dimasukkan ke dalam aquadest dalam gelas beker 600 ml. Suhu awal aquadest dijaga 8-10 °C di bawah *slip point* sampel. Air dalam water bath diaduk dengan aliran udara kecil, kemudian suhu dinaikkan hingga lemak berangsur-angsur menjadi jernih sebelum mencair sempurna. Pemanasan air diteruskan sampai isi pipa kapiler menjadi jernih. Suhu yang menunjukkan cairan dalam pipa kapiler jernih adalah titik leleh lemak atau minyak.

Cloud point

Cloud point minyak dianalisis mengacu AOCS-Cc-6-25-93(AOCS, 2003^a). Minyak sebanyak 60-75 g dipanaskan pada suhu 130°C untuk menghancurkan semua kristal yang sudah ada sebelum pengujian. Sebanyak 45 ml minyak panas dituang dalam gelas beker, selanjutnya didinginkan dalam water bath suhu dingin sambil diaduk secukupnya untuk menjaga suhu merata. Pada saat sampel mencapai suhu 10°C di atas *cloud point*, pengadukan dilakukan dengan gerakan memutar secara cepat untuk menghindari pendinginan luar biasa dan pematatan kristal-kristal lemak di pinggir atau dasar gelas beker. Mulai dari titik ini, termometer dalam sampel tidak boleh dipindahkan agar tidak menimbulkan gelembung-gelembung udara yang akan mengganggu percobaan. Gelas beker percobaan dijaga dalam posisi yang sedemikian rupa sehingga permukaan sampel dalam gelas beker sama dengan permukaan air di water bath. Gelas beker berisi sampel dikeluarkan dari water bath dan suhu sampel diperiksa secara tepat. *Cloud point* adalah suhu pada saat bagian termometer yang membenamkan dalam minyak tidak lagi nampak ketika dilihat secara horisontal melalui gelas beker atau sampel.

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis keragamannya secara statistik menggunakan *analysis of variant* (ANOVA) dan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan menggunakan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) (Gomez dan Gomez, 1984).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Formulasi Mikroemulsi

Mikroemulsi air dalam RPO-PKOo blending dipreparasi menggunakan campuran surfaktant dengan nilai HLB rendah, sedang dan tinggi. Penggunaan campuran surfaktant akan memberikan stabilitas mikroemulsi yang lebih baik dibanding surfaktant tunggal (Choe dkk., 2008). Campuran surfaktant juga dapat meningkatkan kelarutan komponen bioaktif yang terdapat dalam mikroemulsi (Flanagan dan Singh, 2006).

Surfaktant disebut juga emulsifier atau komponen amfifilik berperan penting dalam pembentukan mikroemulsi dengan menurunkan tegangan permukaan. Selain itu campuran surfaktant juga akan menaikkan kelarutan komponen bioaktif dalam mikroemulsi. Struktur kimia dari surfaktant harus diperhatikan karena panjang rantai dari surfaktant dan minyak merupakan faktor penting dalam pembentukan mikroemulsi (Rukmini dkk., 2012^a).

Mikroemulsi air dalam minyak dibuat dengan kisaran HLB 6,0 – 7,8 yang dibuat dengan mencampur surfaktant HLB rendah, sedang dan tinggi masing-masing adalah Span 80 (HLB=4,3), Span 20 (HLB=8,6) dan Tween 20 (HLB=16,7). Mikroemulsi air dalam minyak campuran RPO-PKOo dihasilkan dengan formulasi sebagaimana pada Tabel 2, sedangkan kestabilan mikroemulsi yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. Formulasi mikroemulsi air dalam minyak campuran RPO-PKOo

HLB	Surfaktant (g)	Air Deionisasi (g)	Berat minyak (g)	Rasio Surfaktant : Air : Minyak
6,0	4	0,8	17,96	5 : 1 : 12,50
6,5	4	0,8	13,02	5 : 1 : 9,06

7,0	4	0,8	12,57	5 : 1 : 8,75
7,5	4	0,8	12,12	5 : 1 : 8,44
7,8	4	0,8	9,88	5 : 1 : 6,88

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa mikroemulsi dengan HLB surfaktan 6,0 – 7,8 dengan rasio surfaktan:air = 5:1 memerlukan minyak antara 6,88 – 12,50. Makin besar nilai HLB, minyak yang diperlukan dalam pembentukan mikroemulsi makin rendah, karena makin besar HLB maka gugus yang suka air (hidrofilik) makin besar, sehingga minyak yang diperlukan sebaliknya kecil. Menurut Belizt and Grosch (1987), nilai *Hidrofilik lipofilik balance (HLB)* adalah angka yang menunjukkan perbandingan antara grup hidrofilik dan lipofilik pada surfaktan. Angka HLB yang berbeda menunjukan perbedaan sifat surfaktan. HLB digunakan sebagai petunjuk memilih suatu emulsifier untuk berbagai macam kegunaan. Emulsifier dengan HLB yang rendah cocok untuk pembentukan emulsi *water in oil (w/o)*, sedangkan surfaktan dengan HLB yang tinggi cocok untuk pembentukan *emulsi oil in water (o/w)*.

Tabel 3. Kestabilan mikroemulsi akibat penyimpanan dan putaran tinggi

HLB	Penyimpanan 24 jam (suhu kamar)	Putaran tinggi (3500 rpm, 5 menit)	Warna (visual)
6,0	Jernih	Jernih	Orange tua
6,5	Jernih	Jernih	Orange tua
7,0	Jernih	Jernih	Orange
7,5	Jernih	Jernih	Orange muda
7,8	Jernih	Jernih	Orange muda

Tabel 3 menunjukkan bahwa mikroemulsi yang dihasilkan dari surfaktan dengan HLB 6,0-7,8 stabil selama penyimpanan pada suhu kamar dan akibat putaran pada kecepatan tinggi. Formulasi mikroemulsi yang akan digunakan sebagai pembawa asam askorbat ditentukan dari stabilitas mikroemulsi yang ditunjukkan oleh mikroemulsi yang transparan, tidak ada pemisahan fase dan warna orange tua yang diasumsikan mengandung β -karoten tinggi. Kondisi ini dicapai pada formulasi mikroemulsi dengan HLB 6 dan 6,5. HLB 6,5 selanjutnya digunakan dalam formulasi mikroemulsi w/o sebagai pembawa asam askorbat.

Mikroemulsi W/O pembawa asam askorbat

Formulasi mikroemulsi w/o dengan HLB 6,5 digunakan sebagai dasar pembuatan mikroemulsi w/o pembawa asam askorbat. Adapun formula mikroemulsi air dalam minyak campuran RPO-PKOo dengan asam askorbat dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Formula mikroemulsi air dalam minyak campuran RPO-PKOo dengan asam askorbat

Asam askorbat dalam fase air (ppm)	Surfaktan (g)	Larutan asam askorbat (g)	Berat minyak (g)	Total (g)	Rasio Surfaktan: Air : Minyak	Asam askorbat dalam mikroemulsi (ppm)*
100	8	1,6	31,43	41,03	5 : 1 : 19,64	5,09
200	8	1,6	31,43	41,03	5 : 1 : 19,64	10,18

300	8	1,6	29,63	39,23	5 : 1 : 18,52	12,24
400	8	1,6	29,00	38,60	5 : 1 : 18,13	16,58
500	8	1,6	31,79	41,39	5 : 1 : 19,87	19,33

Keterangan : *Perhitungan berdasar volume total mikroemulsi

Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa formula mikroemulsi yang mengandung asam askorbat 100-500 ppm pada fase air dengan rasio surfaktan : air = 5 : 1 memerlukan minyak berkisar 18,13 – 19,87 bagian. Minyak dalam formula mikroemulsi dengan asam askorbat mengalami kenaikan dibanding mikroemulsi tanpa asam askorbat. Kemungkinan dengan adanya asam askorbat maka mikroemulsi yang dihasilkan kurang stabil, sehingga minyak yang diperlukan untuk memperoleh mikroemulsi yang transparan lebih banyak. Menurut Pakpayat dkk. (2009), pemasukan ion asam askorbat dalam formulasi mikroemulsi menyebabkan struktur mikroemulsi kurang stabil dan gagal untuk mendapatkan sistem isotropik transparan seperti yang diharapkan. Hasil penelitian Rukmini dkk. (2012^b) menunjukkan bahwa pada kadar asam askorbat > 1% pada mikroemulsi air dalam virgin coconut oil menghasilkan larutan yang keruh dan terjadi pengendapan asam askorbat. Dalam penelitian ini, mikroemulsi dengan asam askorbat 100 – 500 ppm dalam fase air dapat menghasilkan mikroemulsi yang transparan.

Sifat Mikroemulsi w/o Pembawa Asam Askorbat

Mikroemulsi w/o pembawa asam askorbat yang dihasilkan dalam penelitian ini memiliki karakteristik sebagaimana Tabel 5. Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa mikroemulsi w/o dengan asam askorbat 100-500 ppm dalam fase air atau 5,09-19,33 ppm dalam sistem mikroemulsi memiliki kadar asam lemak, angka peroksida, DOBI, kadar β -karoten, *cloud point* dan *melting point* tidak berbeda nyata. Meskipun tidak berbeda nyata, namun dapat dilihat bahwa mikroemulsi dengan asam askorbat 200 ppm dalam fase air menunjukkan yang terbaik. Hal ini dapat dilihat dari kadar asam lemak bebas dan angka peroksida yang lebih rendah dibanding perlakuan lainnya. Mikroemulsi ini dihasilkan dengan rasio surfaktan:larutan asam askorbat:minyak = 5:1:19,64.

Tabel 5. Kualitas mikroemulsi air dalam minyak campuran RPO-PKOo dengan asam askorbat

Asam askorbat (ppm)	Asam lemak bebas (%)	Angka peroksida (meq/kg)	DOBI	β -karoten (ppm)	<i>Cloud point</i> (°C)	<i>Melting point</i> (°C)
100	0,948	1,177	3,298	122,694	9,000	22,025
200	0,776	1,061	3,064	137,158	8,150	22,125
300	0,773	1,330	2,542	132,943	8,500	22,300
400	0,699	1,173	2,809	134,469	9,150	22,400
500	0,780	1,091	2,487	121,049	7,500	22,150

Keterangan : DOBI = *Deteriorated of bleacheability index*. RPO-PKOo blending memiliki kadar β -karoten 459,516 ppm, *cloud point* 7,16°C dan *melting point* 24,15°C (Ulfah dkk., 2015)

Mikroemulsi w/o dengan asam askorbat 100-500 ppm dalam fase air selanjutnya diuji stabilitas fotooksidatifnya. Adapun hasil pengujian stabilitas fotooksidatif mikroemulsi dengan asam askorbat disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Uji fotooksidasi mikroemulsi air dalam minyak pembawa asam askorbat

Asam askorbat dalam fase air (ppm)	Kadar asam lemak bebas (%)		Angka peroksida (meq/kg)	
	Sebelum penyinaran	Setelah penyinaran	Sebelum penyinaran	Setelah penyinaran
100	0,948 a	1,021 a	1,177 b	2,029 a
200	0,776 a	0,887 a	1,061 e	1,887 c
300	0,773 a	0,888 a	1,330 a	1,994 b
400	0,699 a	0,803 a	1,173 c	1,794 d
500	0,780 a	0,841 a	1,091d	1,788 e

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar asam lemak bebas mikroemulsi dengan asam askorbat 100-500 ppm dalam fase air sebelum dan setelah dipapar cahaya tidak berbeda nyata. Namun jika kita lihat dari angka peroksida, nampak bahwa asam askorbat memiliki efek sebagai antifotooksidatif. Mikroemulsi dengan asam askorbat 500 ppm dalam fase air menunjukkan mikroemulsi yang paling stabil, hal ini ditunjukkan dari angka peroksida yang paling rendah setelah mikroemulsi dipapar cahaya. Berdasarkan teori, hasil uji stabilitas fotooksidatif mikroemulsi dengan asam askorbat menunjukkan bahwa asam askorbat yang dimasukkan dalam sistem mikroemulsi W/O memiliki peran sebagai *singlet oxygen quenching* dan menghambat reaksi fotooksidasi. Asam askorbat dapat *scavengesinglet oxygen, superoxidedanperoxide* (Rukmini dkk., 2011). Hasil penelitian Rukmini dkk. (2012^b) menunjukkan bahwa asam askorbat dapat mencegah reaksi fotooksidasi bahkan setelah dipapar dengan cahaya fluorescent.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa mikroemulsi w/o terbaik dihasilkan dengan campuran surfaktan HLB 6,5 yang terdiri dari 67,5% Span 80, 22,5% Span 20 dan 10% Tween 20. Berdasar kestabilan selama penyimpanan dan putaran tinggi, mikroemulsi air dalam minyak terbaik dihasilkan dengan rasio surfaktan:air:minyak = 5:1:9,06. Rasio surfaktan dan air (5:1) selanjutnya digunakan dalam pembuatan mikroemulsi air dalam minyak sebagai pembawa asam askorbat. Mikroemulsi air dalam minyak pembawa asam askorbat terbaik adalah mikroemulsi dengan asam askorbat 200 ppm dalam fase air (10,18 ppm dalam total berat mikroemulsi). Mikroemulsi ini dihasilkan dengan rasio surfaktan:larutan asam askorbat:minyak = 5:1:19,64 yang memiliki kadar asam lemak bebas 0,776%, angka peroksida 1,061 meq/kg, DOBI 3,064, β -karoten 137,158 ppm, cloud point 8,15°C dan melting point 22,125°C. Mikroemulsi air dalam minyak sebagai pembawa asam askorbat hingga 500 ppm dalam fase air (19,33 ppm dalam total berat mikroemulsi) dapat menghambat laju hidrolisis maupun oksidasi jika dibanding dengan mikroemulsi dengan asam askorbat 200 ppm dalam fase air.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Ditjen Dikti melalui Kopertis Wilayah V yang telah membiayai penelitian ini dengan DIPA Nomor: SP DIPA 023.04.1.673453/2015 dan kepada saudara Ilham Wilianto yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan M., 1980. Lipid Properties and Stability of Partially Defatted Peanuts. Doctor Thesis, Department of Food Science, University of Illinois, Urbana-Champaign
- AOCS, 2003^a. AOCS Official Method Cc 6-25, 1993. Official Methods and Recommended Practices of the AOCS. 5th edn. American Oil Chemist's Society Champaign, Illinois
- _____, 2003^b. AOCS Official Method Ca 5a-40, 1997. Official Methods and Recommended Practices of the AOCS. 5th edn. American Oil Chemist's Society Champaign, Illinois
- _____, 2003^c. AOCS Official Method Cc 1-25, 1997. Official Methods and Recommended Practices of the AOCS. 5th edn. American Oil Chemist's Society Champaign, Illinois
- Bayrak Y., dan Iscan M., 2005. Studies on the phase behavior of the system non-ionic surfactant/alcohol/alkane/H₂O. [Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects](#) 268:99-103
- Belitz H.D., dan Grosch W., 1987. Food Chemistry. 2nd Ed. Springer
- Borque C., St-Onge M., Papamandjaris A.A., Cohn J.S., Jones P.J.H., 2003. Consumption an oil of medium chain triacylglycerols, phytosterol, and N-3 fatty acids improves cardiovascular risk profile in overweight women. *Metabolism* 52(6): 771-777. DOI:10.1016/S0026-0495(03)00070-1
- Choe Y.h., Kim S., Bae E.K., Mok C.K., dan Park J., 2008. Formulation of a cosurfactant-free o/w microemulsion using nonionic surfactant mixture. *Journal of Food Science* 73(3): E115-E121.
- Dauqan E.M.A., Sani H.A, Abdullah A., dan Kasim Z.M., 2011. Fatty acids composition of four different vegetable oils (red palm olein, palm olein, corn oil and coconut oil) by gas chromatography. *International Proceedings of Chemical, Biological and Environmental Engineering (IPCBE)*. International Association of Computer Science and Information Technology (IACSIT) Press, Singapore.
- Flanagan J., dan Singh H., 2006. Microemulsion: A potential delivery system fo bioactives in food. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 46: 221-237
- Ghosh S., dan Bhattacharyya D.K., 1997. Medium fatty acid-rich glycerides by chemical and lipase-catatized polyester-monoester interchange reaction. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 74 : 593 – 595.
- Gomez K.A., dan Gomez A.A., 1984. Statistical Procedures for Agricultural Research, 2ndedn. John Wiley and Sons, Inc. London, UK.
- Lim W.H., 2006. Phase diagram, viscosity and conductivity of α -sulfonate methyl esters derived from palm stearin/1-butanol/alkane/water system. *Journal of Surfactants and Detergents* 9(4): 349-355

- Liu C., Russell, R.M., dan Wang, X., 2004. α -Tocopherol and ascorbic acid decrease the production of β -apo-carotenals and increase the formation of retinoids from β -carotene in the lung tissues of cigarette smoke-exposed ferrets in vitro. The Journal of Nutrition- American Society for Nutritional Sciences. 426-430.
- Li F.F., Zheng L.Q., dan Tung C.H., 2006. Studies on the stability of the chloramphenicol in the microemulsion free alcohols. [European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics](#) 62: 288-294.
- Manaf M.A., Che Man Y.B., Hamid N.S.A., Ismail A., dan Abidin S.Y., 2007. Analysis of adulteration of virgin coconut oil by palm kernel olein using fourier transform infrared spectroscopy. Journal of Food Lipids 14:111-121
- Morad N.A., Aziz M.K.A., Rohani, 2006. Process design in degumming and bleaching of palm oil. Centre of Lipids Engineering and Applied Research, Universiti Teknologi Malaysia
- Nagao K., and Yanagita T., 2010. Medium-chain fatty acids: functional lipids for the prevention and treatment of the metabolic syndrome. Pharmacological Research 61: 208-212. DOI:10.1016/j.phrs.2009.11.007
- Noor Lida H.M.D., Sundram K., Siew W.L., Aminah A., dan Mamot S., 2002. TAG composition and solid fat content of palm oil, sunflower oil, and palm kernel olein blends before and after chemical interesterification. Journal of the American Oil Chemists' Society 79(11): 1137-1144
- Pakpayat N., Nielloud F., Fortune R., Tournepetilh C., Villarreal A., Grillo I., dan Bataille B., 2009. Formulation of ascorbic acid microemulsion with alkyl polyglycosides. European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics 72: 444-452
- Rukmini A., Raharjo, S., Hastuti, P., dan Supriyadi S., 2012^a. Formulation and stability of water-in-virgin coconut oil microemulsion using ternary food grade nonionic surfactants. International Food Research Journal 19(1): 259-264
- Rukmini A., Raharjo, S., Hastuti, P., dan Supriyadi, S., 2012^b. Antiphototoxidative effect of ascorbic acid microemulsion in virgin coconut oil. Journal of Food Science and Engineering 2: 206-212
- Sharma N., 2013. Microemulsion: A Review. Asian Journal of Pharmaceutical Research and Development 1 (2):23-36
- St-Onge M.P., Lamarche B., Mauger J. F., dan Jones P.J., 2003. Consumption of a functional oil rich in phytosterols and medium chain triglyceride oil improves plasma lipid profiles in men. American Society for Nutritional Sciences 133: 1815-1820.
- Yusof Basiron, 2005. Palm Oil. DOI: 10.1002/047167849X.bio071

AKTIVITAS ANTIBAKTERI BAKTERI ASAM LAKTAT ASAL KOLOSTRUM SAPI PERAH *FRIES HOLLAND* (FH)

Antimicrobial Activities of Lactic Acid Bacteria Strain Isolated From Holstein Cows Colostrum

Khusnul Khotimah dan Endang Sri Hartatie
Faculty of Animal Husbandry, Universitas Muhammadiyah Malang

Thuthul17@yahoo.com

ABSTRACT

Probiotic has an important role in human gastrointestinal tract especially in decreased diarrhea (FAO and WHO, 2001). Diarrhea caused by gastric pathogenic bacteria such as *Salmonella typhimurium* and *Escherichia coli*. One of the efforts to reduce gastric disorders caused by pathogenic bacteria was through probiotic consumption that isolated from Holstein cows colostrum.

Antimicrobial activities were interaction of antimicrobial compound with certain part of pathogenic bacteria cell, which causing membrane permeability damage and causing intracellular leakage, that severe damage occur and causing death of pathogenic bacteria.

Aims of the research was to determine antimicrobial activities of probiotic strain isolated from Holstein dairy cow colostrum towards gastric pathogenic bacteria such as *S. typhimurium* IFO - 12529 dan *E. coli* IFO-3301. Antimicrobial activities tested with diffusion agar methods, with the clear zone formed as an indicator. Bacteria used were *Lactobacillus brevis* dan *Lactococcus Lactis* isolated from Holstein dairy cow colostrum, while *E. coli* and *S. typhimurium* (PAU UGM Laboratory, Yogyakarta) used as counter bacteria. Data analyzed with quantitative descriptive methods.

Results showed that antimicrobial activities of *L. brevis* towards *E. coli* IFO- 3301 with inhibition zone of 13.66 mm from pellet and 21.33 mm from supernatant, while towards *S. typhimurium* IFO- 12529 shown 17.33 mm the inhibition zone from supernatant and 12.66 mm inhibition zone from pellet. Meanwhile *Lc. Lactis* supernatant has an inhibition zone of 20.33 mm towards *E. coli*, and inhibition zone towards *S. typhimurium* shown 22.66 mm from supernatant and 19.33 mm from pellet. The research conclude that supernatant of probiotic strain isolated from Holstein dairy cow (*L. brevis* and *Lc. lactis*) able to inhibit gastric pathogen bacteria (*E. coli* and *S. typhimurium*) with very sensitive categories, in other words *L. brevis* and *Lc. lactis* was probiotics isolated from Holstein dairy cow colostrum which has potential antimicrobial towards gastric pathogenic bacteria that caused diarrhea.

Keywords: Aantimicrobial, pathogen, diarrhea, and colostrum

ABSTRAK

Probiotik berperan penting dalam saluran pencernaan manusia, yaitu mengurangi penyakit diare (FAO dan WHO, 2001). Salah satu penyakit pada sistem pencernaan adalah diare. Diare disebabkan oleh bakteri patogen pencernaan seperti *Salmonella typhimurium*, dan *Escherichia coli*. Upaya yang dilakukan untuk mengurangi gangguan pencernaan yang disebabkan oleh bakteri patogen, salah satunya yaitu dengan mengonsumsi probiotik yang berasal dari kolostrum sapi perah FH. Aktivitas antibakteri merupakan interaksi suatu senyawa antibakteri dengan bagian tertentu dari sel bakteri patogen, yang akhirnya dapat menyebabkan kerusakan permeabilitas membran dan menimbulkan kebocoran intraseluler, sehingga terjadinya kerusakan yang parah akan menyebabkan kematian bakteri patogen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antibakteri strain probiotik yang diisolasi dari kolostrum sapi perah FH terhadap bakteri patogen pencernaan yang meliputi, *S. typhimurium* IFO - 12529 dan *E. coli* IFO- 3301.

Penelitian aktivitas antibakteri ini menggunakan metode difusi agar, dengan indikator zona bening yang terbentuk pada petri. Bahan yang digunakan adalah bakteri *Lactobacillus brevis* dan *Lactococcus Lactis* yang diperoleh dari hasil isolasi kolostrum sapi perah FH, sedangkan bakteri uji merupakan bakteri patogen pencernaan *E.coli* dan *S. typhimurium* yang diperoleh dari Laboratorium PAU UGM, Yogyakarta. Analisa data menggunakan analisa diskriptif kuantitatif.

Hasil penelitian menunjukkan adanya aktivitas antibakteri dari *L. brevis* terhadap *E. coli* IFO-3301 dengan zona hambat 13,66 mm pada pelet dan 21,33 mm pada supernatan, dan terhadap *S.typhimurium* IFO- 12529 17,33 mm supernatan dan 12,66 mm pada pelet. Sedangkan *Lc. Lactis* supernatan mempunyai zona hambat 20,33 mm terhadap *E.coli*, serta supernatan 22,66 mm dan pelet 19, 33 mm terhadap *S. typhimurium*. Kesimpulan dari penelitian ini adalah strain probiotik asal sapi perah FH (*L. brevis* dan *Lc lactis*) supernatan mampu menghambat bakteri patogen pencernaan (*E. coli* dan *S.typhimurium*) dengan kategori sangat sensitif, dengan kata lain *L. brevis* dan *Lc,lactis* merupakan probiotik asal kolostrum sapi perah FH yang berpotensi sebagai antibakteri terhadap bakteri patogen pencernaan penyebab diare.

Kata kunci : Antibakteri, patogen pencernaan, diare, dan kolostrum

PENDAHULUAN

Probiotik merupakan beberapa jenis mikroorganisme yang mengubah mikroflora *host* untuk memperoleh efek kesehatan yang menguntungkan. Probiotik dikonsumsi sebagai usaha untuk mencegah atau mengobati kondisi patologis yang spesifik (Young and Rosemary, 2003).

Bakteri yang diisolasi dari kolostrum sapi perah FH merupakan bakteri asam laktat yang berpotensi sebagai probiotik karena tahan terhadap asam, dan garam empedu dan telah diidentifikasi dengan *API test*, pada saat penelitian disertasi diperoleh salah satunya adalah strain *L.brevis* dan *Lactococcus lactis*. Kriteria seleksi bakteri asam laktat yang dijadikan probiotik meliputi : 1) menempel pada sel epitel usus, 2). berkompetisi dan mereduksi penempelan patogen, 3). mampu bertahan dan bermultiplikasi disaluran cerna dan urogenital, 4). memproduksi asam, hidrogen peroksida, dan antagonis bakteriosin pada patogen, 5) tahan pada efek bakteriosidall dari vagina, 6) aman tidak invasif, non karsinogenik, dan non patogenik, dan 7) berkemampuan koagregasi dan membentuk flora yang normal dan seimbang (Subiyanto, 2005).

Salah satu kriteria probiotik adalah kemampuannya menghambat bakteri patogen atau sebagai antibakteri terhadap bakteri patogen, dengan adanya bakteriosin, asam organik, dan hidrogen peroksida yang diproduksi, oleh probiotik, sehingga ,mampu bertahan dalam asam lambung yang tinggi dan mempertahankan keseimbangan mikroflora normal usus (Susanti dkk., 2007). Aktivitas antibakteri probiotik terhadap patogen ditunjukkan dengan zona hambat atau zona bening yang terbentuk dalam cawan petri.

Beberapa mikroorganisme yang dapat digunakan untuk probiotik, kemungkinan terdiri dari satu atau beberapa jenis spesies. Probiotik yang sering digunakan dari jenis asam laktat yakni *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, dan *Streptococcus*. *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium* tahan terhadap asam lambung,garam empedu, enzim pancreas, menempel pada mukosa usus halus dan membentuk kolonisasi pada usus tersebut. Bakteri Asam Laktat secara *in vitro* dapat menghambat pertumbuhan beberapa bakteri patogen seperti

Salmonella typhimurium, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, dan *Clostridium perfringens* (Chandrawati, 2014).

Kolostrum sapi perah FH merupakan material yang berpotensi menghasilkan probiotik seperti jenis kelompok bakteri *Lactobacillus*. Hasil isolasi kolostrum sapi perah FH diperoleh dua spesies yang meliputi *L. brevis* dan *Lactococcus lactis* dapat berpotensi sebagai probiotik dikarenakan *L. brevis* merupakan bakteri asam laktat yang obligat heterofermentatif dan menghasilkan lactobrevin sebagai bakteriosin dalam melawan patogen, sedangkan *Lc. Lactis* merupakan bakteri homofermentatif yaitu menghasilkan asam laktat sebesar lebih dari 85 %, dan menghasilkan nisin sebagai antibakteri. Kedua bakteri asal kolostrum sapi perah FH tersebut berpotensi sebagai antibakteri terhadap patogen pencernaan seperti *E. coli* dan *S. typhimurium*.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui aktivitas antibakteri dari probiotik asal kolostrum sapi perah FH terhadap bakteri patogen pencernaan yaitu *E. coli* dan *S. typhimurium*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental, dengan metode analisis data secara diskriptif kuantitatif. Metode pengujian antibakteri dengan menggunakan metode difusi agar. Bakteri yang digunakan sebagai probiotik adalah hasil isolasi dari kolostrum sapi perah FH dan identifikasi *API test* yaitu *L.brevis* dan *Lc.lactis*. Sedangkan bakteri uji yang digunakan adalah bakteri patogen pencernaan yang umumnya penyebab diare yaitu *E.coli* IFO - 3301 dan *S. typhimurium* IFO – 12529.

Pengujian aktivitas antimikroba dengan metode difusi agar diawali dengan bakteri patogen sebanyak 0,5 ml dimasukkan ke dalam cawan petri steril menggunakan mikropipet, kemudian sebanyak 20 ml medium nutrisi agar dituang ke dalam cawan petri tersebut. Goyang cawan petri perlahan membentuk angka 8, dan diamkan hingga medium mengeras. Pada masing-masing cawan petri dibuat 3 lubang menggunakan tabung silinder steril. Sampel sebanyak 0,3 ml dimasukkan ke dalam lubang perforasi menggunakan mikropipet, kemudian diinkubasi dengan suhu 37°C selama 18-24 jam. Diameter hambatan disekeliling lubang diukur (Brock *et al.*, 2006).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian rerata aktivitas antibakteri probiotik asal kolostrum perah FH disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1 tersebut rerata tertinggi pada aktivitas antibakteri dari *Lc. Lactis* supernatant terhadap bakteri patogen pencernaan *S. typhimurium* dengan zona hambatan 22,66 mm dan *L. brevis* supernatant dengan zona hambatan sebesar 21,33 mm terhadap *E. coli*, keduanya termasuk kategori sangat sensitif. Sesuai pendapat (Short, 1999) diameter zona hambatan < 5 mm bakteri uji resisten, antara 5 mm – 10 mm, bakteri uji kurang sensitif, 10 -20 mm bakteri uji sensitif, dan diatas > 20 mm bakteri uji sangat sensitif.

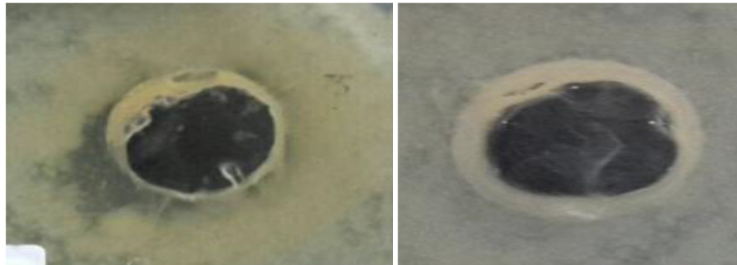
Tabel 1. Aktivitas Antibakteri Probiotik Asal kolostrum Sapi Perah FH

Jenis bakteri	Probiotik	Ulangan	Bakteri Patogen (zona hambat mm)			
			<i>E. coli</i>		<i>S. typhimurium</i>	
			Supernatan	pelet	Supernatan	pelet
<i>L. brevis</i>	1		14	12	18	13
	2	24	14	16	12	
	3		26	15	18	13
Rerata			21,33	13,66	17,33	12,66
<i>Lc. Lactis</i>	1		19	0	19	18
	2		21	0	28	22
	3		21	0	21	18
Rerata			20,33	0	22,66	19,33

E. coli IFO-3301, *S. typhimurium* IFO-12529 termasuk ke dalam bakteri gram negatif sedangkan *Lactobacillus brevis*, dan *Lactococcus lactis* termasuk ke dalam bakteri gram positif dan merupakan bakteri asam laktat. Menurut Ray (2003) bakteri gram negatif sensitif terhadap tingkat keasaman yang rendah. Asam laktat mampu melemahkan permeabilitas bakteri gram negatif dengan merusak membran luar bakteri gram negatif. Asam laktat merupakan molekul yang larut dalam air sehingga mampu menembus kedalam periplasma bakteri gram negatif melalui protein porin pada membran luarnya. Pelindung dari permeabilitas membran luar berupa lapisan lipopolisakarida yang terletak pada permukaan membran dirusak oleh asam laktat sehingga substrat antimikroba berupa bakteriosin dapat berpenetrasi ke dalam membran sitoplasma (Alokomi *et al.*, 2000).



Gambar 1. Zona Hambat Bakteri *Lc. lactis* terhadap *S. typhimurium*



Gambar 2. Zona hambat *L. brevis* terhadap *E.coli*

Menurut Branen and Davidson (1993) dalam Yi *et al.* (2013) menyatakan bahwa mekanisme aktivitas penghambatan antimikroba terhadap bakteri patogen melalui beberapa faktor yaitu : 1) mengganggu komponen dinding sel 2) bereaksi dengan membrane sel sehingga mengakibatkan peningkatan permeabilitas dan menyebabkan kehilangan komponen penyusun sel, dan 3) menginaktifkan enzim esensial yang berakibat pada bertambahnya sintesis protein dan destruksi atau kerusakan fungsi material genetik dari sel bakteri patogen. Mekanisme tersebut berkaitan dengan ketahanan bakteri probiotik seperti *L. brevis* dan *Lc. lactis* terhadap lingkungan asam atau dapat tumbuh pada rentang pH 2-6. Kondisi pH rendah mengganggu keseimbangan asam basa pada membran sel bakteri sehingga komponen sel akan keluar dan terjadi lisis pada sel bakteri patogen. Probiotik asal kolostrum sapi perah FH strain *L. brevis* dan *Lc. lactis* tahan terhadap konsentrasi 0,3% dan 0,5 % garam empedu, karena strain tersebut termasuk kelompok *Lactobacillus* yang dapat memproduksi enzim *bile salt hidrolase* yang dapat menguraikan garam empedu menjadi komponen seperti asam empedu, dan material lain sehingga tidak meracuni sel bakteri probiotik tersebut. Sedangkan bakteriosin yang dihasilkan oleh *L. brevis* seperti *brevin* dan nisin oleh *Lc. lactis* jika kontak dengan bakteri patogen *E. coli* atau *S. typhimurium*, akan terbentuk pori pada dinding selnya, dan terjadi penetrasi *brevin* atau *nisin* masuk ke dalam membran sel dan akan mengganggu keluar masuknya nutrisi ke dalam sitoplasma sel patogen, akhirnya menyebabkan kerusakan sel bakteri *E. coli* dan *S. typhimurium*. Hal ini ditunjukkan oleh *L. brevis* supernatant sebagai probiotik mempunyai zona hambat sebesar 21,33 mm terhadap *E. coli* dan 17,33 mm terhadap *S. typhimurium*. Probiotik strain *Lc. lactis* supernatant mempunyai aktivitas antibakteri terhadap *E. coli* dengan zona hambat 20,33 mm dan 22,66 mm terhadap *S. typhimurium*.

Bakteri patogen *E. coli* IFO-3301 dan *S. typhimurium* IFO-12529 sensitif dan sangat sensitif terhadap probiotik *L. brevis* atau *Lc. lactis* asal kolostrum sapi perah FH.. Meskipun secara umum aktivitas antimikroba dari kandidat probiotik asal kolostrum sapi perah FH sama, namun masing-masing kandidat probiotik secara spesifik memiliki sensitivitas yang berbeda terhadap jenis bakteri patogen. Hal ini diduga karena masing-masing strain mempunyai spesifikasi aktivitas antimikrobanya. Strain *L. brevis* merupakan bakteri yang termasuk obligat heterofermentatif dan menghasilkan *Lactobrevin* serta *Lactobacillin* sebagai bakteriosin. Sedangkan *Lactococcus lactis* termasuk dalam jenis homofermentatif dan menghasilkan nisin sebagai bakteriosin (Surono, 2004).

Sesuai dengan hasil penelitian Mojgani *et al.* (2008) bahwa *L. brevis* merupakan strain yang menghasilkan bakteriosin yang tahan panas, toleran terhadap garam 10 %, stabil pada pH 2-6, dan mempunyai daya hambat yang efektif terhadap bakteri *Bacillus subtilis*, *Enterococcus faecalis*, *E. coli*, *Listeria monocytogenes*, dan *Staphylococcus aureus*.

Bakteri probiotik *Lc. lactis* sangat sensitif terhadap bakteri patogen *S. typhimurium* dibandingkan dengan *E. coli* terutama pada pelet nya. Hal ini diduga bahwa *E. coli* lebih tahan terhadap senyawa yang dikeluarkan oleh hasil metabolit primer dan sekunder karena *E. coli* dapat membentuk kapsul untuk meleindungi selnya dari pengaruh lingkungan luar, meskipun keduanya merupakan bakteri gram negatif. Menurut (Pelczar and Chan, 2005) bahwa dinding sel *E. coli* dilapisi oleh kapsul yang tebal. Kapsul *E. coli* berupa lapisan lendir yang mengelilingi dinding sel bakteri.

Berdasarkan Tabel 1., ditunjukkan bahwa supernatan mempunyai kemampuan menghambat pertumbuhan kedua bakteri patogen lebih tinggi dibandingkan dengan pelet. Hal ini dikarenakan zat antimikroba dikeluarkan dari membrane sitoplasma ke bagian ekstraseluler sel. Supernatan merupakan komponen ekstraseluler. Pada proses sentrifugasi, metabolit sekunder (zat antimikroba) terpisah dari bahan sel bakteri, sehingga terbentuk supernatant dan pelet. Sesuai hasil penelitian Pandey *et al* (2013) menunjukkan bahwa zat antimikroba ekstraseluler *Neisseria mucosa* yang diisolasi dari tanah terhadap *E. coli*, memiliki kemampuan menghambat bakteri *E. coli* lebih tinggi dibandingkan dengan intraselulernya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Strain *L. brevis* dan *Lc. lactis* supernatant sebagai probiotik asal kolostrum sapi perah FH mempunyai aktivitas antibakteri terhadap *E. coli* IFO-3301 dan *S. typhimurium* IFO- 12529 dengan zona hambat masing-masing sebesar 21,33 mm dan 22,66 mm, atau dengan kata lain *E. coli* dan *S. typhimurium* sangat sensitif terhadap probiotik strain *L. brevis* dan *Lc. lactis* asal kolostrum sapi perah FH.

Saran

Penelitian ini telah menguji strain probiotik asal kolostrum sapi perah FH secara *in vitro* dengan perlakuan tunggal untuk masing-masing strain, oleh karena itu penelitian selanjutnya diharapkan dapat melakukan kombinasi dari kedua strain tersebut dan diaplikasikan pada produk pangan fermentasi susu untuk menghambat bakteri patogen pencernaan

DAFTAR PUSTAKA

- Alokomi, H.L., E. Skytta and M. Saarela. 2000. Lactic acid permeabilizes gram negative bacteria by disrupting outer membrane. *Appl and Environ Microbiol.* 66 (5): 2001-2005.
- Brock, L, Harigan, W.F., and Jones, F. 2006. *Laboratory Methods in Food Microorganism.* Academic Press. San Diego.
- Chandrawati, F. 2014. *Peranan Probiotik Pada Traktus Digestivus.* Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Malang. Diakses pada Juli 2014.
- Mojgani, N, Sabri, G., Ashtiani, M., Torshizi, M. 2008. Characterization of Bacteriocin Produced By *Lactobacillus brevis* NM24 and *Lactobacillus fermentum* NM332 Isolated From Green Olive. In Iran. *I. J. Micro.* 6(2) : 213-227.
- Pandey, A. Rajput, K., Bhatt, S. M., and Rai, D.V. 2013. Evaluation of Antibacterial Activity of Actinobacteria Isolated from Soil Sample. *International Journal of Pharmaceutical Research and Allied Science.* 2(2) : 56-65
- Pelczar, M. J., and Chan, E. C. S. 2005 *Dasar-Dasar Mikrobiologi.* Edisi 2. : UI Press. Jakarta.
- Ray, B. 2003. *Fundamental Food Microbiology.* Boca Raton, FL, CRC Press.
- Short C. 1999. The Probiotic Century : Historical and Current Perspectives. *Trends Food Sci Tech.* 10 : 411-417
- Subiyant, Rannah R. 2005. Probiotik pada Anak Sehat dan sakit, naskah lengkap continuing education, Ilmu Kesehatan Anak. XXXV Kapita Selekta Ilmu Kesehatan Anak IV, diakses pada 7 Juli 2010.
- Surono, I. S. 2004. *Probiotik Susu Fermentasi dan Kesehatan.* YAPMMI (Yayasan Pengusaha Makanan dan Minuman Seluruh Indonesia). Jakarta.
- Susanti, I., Retno, W.K., dan Fatim I. 2007. Uji Sifat Probiotik Bakteri Asam Laktat sebagai Kandidat Bahan Pangan Fungsional. *Jurnal Teknol. Dan Industri Pangan* XVIII(2): 89-95.
- Young J, and Rosemary. 2003. Probiotic Use in Children, diakses pada 7 Juli 210 <[http :// www.medscape.com/index/list_4827_0](http://www.medscape.com/index/list_4827_0)>
- Yi, H., Xue, H., Yan-yan, Y., Wenliu, L., Hui, I., Yingchun, Z., Kai, S., Lanoci, Z., and Fang-Ma. 2013. Effect Of Exogenous Factors On Bacteriocin Production From *Lactobacillus paracasei* J23 By Using A Restrict Cell System. *Int. J. Mol. Sci* 14 (12) : 24355 -24365.

STUDENT PAPER COMPETITION

JUDUL/PENULIS	HAL
Uji Organoleptik Beras Cerdas Berbahan Baku Beras dan Jagung dengan Penambahan Isolat Protein Kedelai <i>Ahmad Muhhamad Aghil Ibrohim</i>	909
Aspek Ekologi sebagai Penentu Ketebalan Kulit Buah dan Kualitas Biji Kakao <i>Diki Saputra</i>	922
Sifat Pasta Mocaf (<i>Modified Cassava Flour</i>) Menggunakan <i>Rapid Visco Analyzer</i> <i>Nia Arini Putri</i>	928
Galendo Pop : Pemanfaatan Limbah Pengolahan Minyak Kelapa sebagai Inovasi Produk Pangan Tradisional dengan Nilai Gizi Tinggi <i>Kiki Rizki Ramadhani</i>	933
Mutu Fisik <i>Rehydrated</i> Yoghurt Kering Berperisa Buah Salak <i>Rikyan Hanif Saryaf</i>	939
Pemanfaatan Pati Umbi Ganyong sebagai Pengganti Rumput Laut dalam Pembuatan Agar-agar <i>Restyana Yusran</i>	946
Aplikasi Ubi Jalar Ungu pada Es Krim Ditinjau dari Sifat Fisik, Sensori, dan Aktivitas Antioksidan selama Penyimpanan <i>Yohanes Anggara Dwiatmoko</i>	953

UJI ORGANOLEPTIK BERAS CERDAS BERBAHAN BAKU BERAS DAN JAGUNG DENGAN PENAMBAHAN ISOLAT PROTEIN KEDELAI

Organoleptic Evaluation of Beras Cerdas from Rice and Corn with The Addition of Soybean Protein Isolate

Ahmad Muhammad Aghil Ibrohim*, Nurud Diniyah, Achmad Subagio
Center of Development of Advanced Sciences and Technology (CDAST), Universitas Jember
Jln. Kalimantan 37, Kampus Tegal Boto, Jember, Jawa Timur, Indonesia

*Email: ibrahimaghil@gmail.com

ABSTRACT

Beras cerdas is kind of analog rice made from local ingredients with nutritional content approaching or exceeding the rice and physically like rice. The purpose of this study was to determine the organoleptic preference of panelist on intelligent rice formulations made from rice and corn with the addition of soy protein isolate. This study used a block randomized design consisting of two factors: factor A comparison of rice flour and cornstarch (90%: 10%, 80%: 20%, 70%: 30%) and factor B namely the addition of soybean protein isolate (10% or 15%). Organoleptic evaluation conducted on the color, aroma, flavor, texture, appearance and towards acceptance as a whole. Beras cerdas that tested is an beras cerdas was cooked in the form of rice. The result were analyzed using ANOVA test to see the difference of preferencse of beras cerdas, if there is a significant difference then continued with Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) at test level $\alpha \leq 5\%$. Based on the results of test was known that most preferred beras cerdas by the panelists in this study which based on the preferences of color and aroma is a beras cerdas with the composition of 80% rice flour, 20% corn flour and 10% soybean protein isolate while most preferred beras cerdas by the panelists based on taste, texture, appearance, and overall preference is a beras cerdas with the composition of 70% rice flour, 30% corn flour and 10% soybean protein isolate.

Keywords: organoleptic, beras cerdas, rice, corn, soybean protein isolate.

ABSTRAK

Beras cerdas merupakan beras analog yang dibuat dari bahan-bahan lokal dengan kandungan gizi yang mendekati atau melebihi beras dengan bentuk menyerupai beras. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui preferensi organoleptik panelis terhadap formulasi beras cerdas berbahan baku beras dan jagung dengan penambahan isolat protein kedelai. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok yang terdiri atas dua faktor yaitu faktor A perbandingan tepung beras dan tepung jagung (90%:10%, 80%:20%, 70%:30%) dan faktor B yaitu penambahan isolat protein kedelai (10% atau 15%). Uji organoleptik dilakukan terhadap warna, aroma, rasa, tekstur, kenampakan dan terhadap penerimaan secara keseluruhan. Beras cerdas yang diujikan adalah beras cerdas matang dalam bentuk nasi. Data dianalisis dengan menggunakan uji keragaman ANOVA untuk melihat perbedaan preferensi beras cerdas, bila terjadi beda nyata maka dilanjutkan dengan Uji Duncan New multiple Range Test (DNMRT) pada taraf uji $\alpha \leq 5\%$. Berdasarkan hasil uji organoleptik diketahui bahwa beras cerdas yang paling disukai oleh panelis pada penelitian ini berdasarkan preferensi warna dan aroma adalah beras cerdas dengan komposisi 80% tepung beras, 20% tepung jagung dan 10% IPK sedangkan beras cerdas yang paling disukai panelis berdasarkan preferensi rasa, tekstur, kenampakan, dan preferensi secara keseluruhan adalah beras cerdas dengan komposisi 70% tepung beras, 30% tepung jagung dan 10% IPK.

Kata kunci: organoleptik, beras cerdas, beras padi, jagung, isolat protein kedelai

PENDAHULUAN

Rendahnya konsumsi protein merupakan salah satu masalah gizi yang ada di Indonesia. Rata-rata konsumsi protein per kapita di Indonesia pada tahun 2007 sampai 2013 mengalami penurunan. Selain itu kualitas protein yang dikonsumsi oleh masyarakat masih rendah yang ditunjukkan dengan pangsa protein dari pangan hewani rata-rata hanya sekitar 25 persen (BPS, 2013a; Kementerian Kesehatan, 2013). Salah satu metode yang disarankan untuk mengatasi masalah defisiensi nutrisi tersebut adalah melalui modifikasi makanan pokok yang dikonsumsi oleh masyarakat (Howson dkk., 1998; WHO, 2011).

Beras merupakan makanan pokok utama bagi sebagian besar masyarakat Indonesia. Meskipun masyarakat di beberapa daerah di Indonesia masih ada yang mengonsumsi jagung atau sagu, konsumsi rata-rata beras masyarakat Indonesia per kapita masih tinggi BPS (2013b). Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan modifikasi terhadap beras yang merupakan makanan pokok bagi masyarakat Indonesia dengan mensubstitusi menggunakan jagung sebagai upaya diversifikasi untuk mengurangi konsumsi beras dan penambahan Isolat Protein Kedelai (IPK) untuk meningkatkan kandungan protein pada beras.

IPK merupakan protein yang diekstrak dari kedelai. Protein kedelai memiliki kandungan lisin (asam amino esensial) dalam jumlah besar sehingga dapat menutupi kekurangan lisin yang biasanya terdapat pada beras dan jagung (Winarno, 1993). Protein kedelai mempunyai kekurangan karena hanya mengandung sedikit asam amino metionin (Muchtadi, 1993). Kandungan asam amino metionin yang tinggi pada jagung dapat melengkapi komposisi asam amino protein kedelai (Suarni dan Widowati, 2010). Dengan demikian penggunaan jagung sebagai bahan substitusi dan penambahan IPK pada beras dapat menyediakan asam amino esensial yang dibutuhkan oleh tubuh. Berdasarkan kelengkapan asam amino esensialnya mutu protein beras dengan substitusi jagung dan penambahan IPK dapat menyamai mutu protein hewani sehingga diharapkan mampu meningkatkan kualitas konsumsi protein masyarakat.

Modifikasi beras yang diperkaya dengan nutrisi dapat dilakukan dengan metode *pracampuran*. Metode *pracampuran* dapat diaplikasikan pada pembuatan beras cerdas. Hingga saat ini teknologi pembuatan beras cerdas dilakukan antara lain dengan menggunakan metode *pembutiran* atau *granulasi* (Samad, 2003) dan metode *ekstrusi* (Mishra dkk., 2012). *Ekstrusi* menggunakan teknik *hot extrusion* atau ekstrusi dengan pemanasan dipilih sebagai teknik untuk membuat beras cerdas karena produk yang diharapkan adalah produk yang telah mengalami *gelatinisasi* namun tidak mengembang seperti produk sereal. Substitusi jagung dan penambahan IPK dapat merubah karakteristik organoleptik yang akan mempengaruhi penerimaan masyarakat. Oleh karena itu perlu dilakukan uji organoleptik untuk mengetahui formulasi beras cerdas yang disukai.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan untuk pembuatan beras cerdas yaitu beras pecah kulit, beras jagung kuning dan isolat protein kedelai (IPK). Bahan-bahan lain yang digunakan adalah gliserol monostearat (GMS), minyak sawit, air dan garam.

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas alat-alat untuk pembuatan beras cerdas dan alat-alat untuk analisis. Alat-alat yang digunakan untuk pembuatan beras cerdas adalah ekstruder ulir ganda KL Protech, *dough mixer* The King KL Protech, blender, loyang, *disc mill*, pengayak 100 mesh, baskom, penggilingan, panci, piring, sendok, kuesioner dan neraca.

Metode

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) 2 faktor. Faktor pertama (A) adalah proporsi bahan baku (90% tepung beras : 10 % tepung jagung, 80% tepung beras : 20 % tepung jagung, 70% MOCAF : 30 % tepung jagung) dan faktor kedua (B) adalah penambahan IPK (15% dan 10%). Setiap formula ditambahkan minyak sawit 2%, GMS 2%, dan air 25% (basis jumlah tepung).

Pembuatan Beras Cerdas

Proses pembuatan beras cerdas dimulai dengan mencampurkan bahan-bahan dasar, yaitu tepung beras, tepung jagung, dan IPK dengan perbandingan sesuai rancangan penelitian yang telah ditentukan. Bahan-bahan tersebut kemudian dicampur dengan bahan-bahan pengemulsi yang terdiri atas air, minyak sawit dan gliserol monostearat yang telah di homogenisasi menggunakan *mixer* selama 10 menit. Campuran tepung dan bahan pengemulsi selanjutnya dicampur menggunakan mesin *dough mixer* selama 5 menit. Setelah seluruh bahan tercampur rata, selanjutnya campuran bahan tersebut dimasukkan ke dalam mesin ekstruder. Tahap berikutnya adalah proses ekstrusi. Tahap ekstrusi dan pencetakan dilakukan dengan suhu tinggi. Ekstrusi dilakukan menggunakan mesin ekstrusi *twin screw ekstruder* (KLprotech). Suhu yang digunakan adalah 135°C pada bagian *feed* dan 125°C pada bagian *compressing*. Pemanasan tersebut bertujuan agar terjadi gelatinisasi secara optimal sehingga dapat menghasilkan butiran beras yang utuh dan tercetak dengan baik. Kecepatan ulir yang digunakan sebesar 35Hz dengan kecepatan *feeding* sebesar 21Hz dan kecepatan pisau pemotong sebesar 18Hz. Setting mesin yang digunakan didasarkan pada setting standar mesin di pabrik beras cerdas CV. An-Nahlah, Keranjingan, Kabupaten Jember. Selanjutnya beras cerdas hasil pencetakan selanjutnya dikeringkan menggunakan sinar matahari ± 6 jam untuk mengurangi kadar air produk agar tidak mudah rusak selama penyimpanan.

Analisis Beras Cerdas

Sampel beras yang telah dibuat kemudian diuji organoleptik dalam bentuk nasi matang meliputi warna, aroma, rasa, dan keseluruhan menggunakan metode skala hedonik (Meilgaard dkk., 1999). Data yang diperoleh kemudian diolah menggunakan analisis sidik ragam dan jika terdapat perbedaan dilanjutkan dengan menggunakan uji *Duncan New multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf uji $\alpha \leq 5\%$ untuk menentukan formula yang paling disukai. Formula yang paling disukai ditentukan dari sampel yang memiliki nilai kesukaan keseluruhan paling tinggi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kesukaan Warna

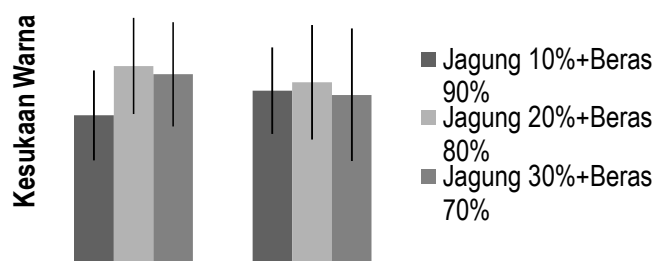
Beras padi, jagung dan IPK yang digunakan sebagai bahan baku beras cerdas memberikan pengaruh pada warna produk akhir beras cerdas. Proses produksi seperti pencampuran, pemanasan, ekstrusi dan pengeringan diduga turut mempengaruhi hasil akhir produk. Rata-rata tingkat kesukaan panelis terhadap warna beras cerdas berkisar antara 2.43-3.23 (agak suka). Sidik ragam kesukaan warna beras cerdas berbahan baku beras dan jagung dengan penambahan IPK dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Sidik ragam kesukaan warna beras cerdas berbahan baku beras dan jagung dengan penambahan IPK

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel		Keterangan
					5%	1%	
Formulasi	5	11.84	2.37	3.94	2.28	3.15	**
A	2	6.71	3.36	5.58	3.06	4.75	**
B	1	0.20	0.20	0	3.91	6.81	ns
AB	2	4.93	2.47	4.10	3.06	4.75	*
Panelis	29	38.78	1.34	2.22	1.55	1.84	**
Galat	145	87.16	0.60				
Total	179	137.78					
ns	: berbeda tidak nyata						
**	: berbeda sangat nyata						

Hasil sidik ragam kesukaan warna beras cerdas menunjukkan bahwa variasi komposisi beras dan jagung serta penambahan IPK pada beras cerdas berpengaruh sangat nyata terhadap tingkat kesukaan panelis pada warna sampel beras cerdas matang ($\alpha=0.01$). Uji anova pada faktor A (substitusi beras dengan jagung) menghasilkan nilai F yang menunjukkan adanya beda sangat nyata yang diakibatkan oleh substitusi beras dengan jagung. Hal ini disebabkan karena pada jagung mengandung betakaroten (Suarni dan Widowati, 2010). Betakaroten pada jagung dapat mempengaruhi warna produk akhir beras cerdas. Semakin besar proporsi jagung maka warna beras cerdas yang dihasilkan akan semakin berwarna kuning kemerahan. Jika terlalu banyak komposisi jagungnya maka warna nasi akan cenderung gelap sehingga dapat menurunkan kesukaan panelis. Hal ini terjadi karena di masyarakat nasi yang berwarna gelap memiliki kesan kotor atau gosong.

Interaksi antara faktor A dengan faktor B (penambahan IPK) juga berpengaruh secara nyata terhadap tingkat kesukaan panelis. Proses pemanasan saat ekstrusi diduga juga mempengaruhi warna produk karena panas pada mesin ekstrusi akan menyebabkan terjadinya reaksi maillard atau pencoklatan. Reaksi tersebut dimungkinkan terjadi karena gula pereduksi yang ada pada tepung akibat perlakuan awal (perendaman dan penggilingan) bereaksi dengan gugus amina pada IPK (Winarno, 2008). Sedangkan penambahan IPK tidak berpengaruh secara nyata pada kesukaan panelis terhadap beras cerdas. Hasil uji kesukaan dan uji lanjut DMNRT menunjukkan bahwa sampel yang disukai adalah sampel dengan komposisi jagung 20% - 30% dan penambahan IPK sebanyak 10%. Hasil uji kesukaan warna beras cerdas berbahan baku beras dan jagung dengan penambahan IPK ditunjukkan pada gambar 1 berikut:



Gambar 1. Kesukaan warna beras cerdas berbahan baku beras dan jagung dengan penambahan IPK

Gambar 1. menunjukkan bahwa warna nasi beras cerdas berbahan baku beras dan jagung dengan penambahan IPK yang paling disukai adalah warna beras cerdas matang dengan komposisi 80% tepung beras, 20% tepung jagung dan 10% IPK (formula A2B1). Panelis cenderung menyukai warna nasi beras cerdas yang tidak terlalu banyak mengandung jagung dan IPK. Hal ini diduga karena beras yang terlalu banyak mengandung jagung warnanya menjadi lebih gelap sehingga tingkat kesukaan panelis pada warna nasi beras cerdas menurun.

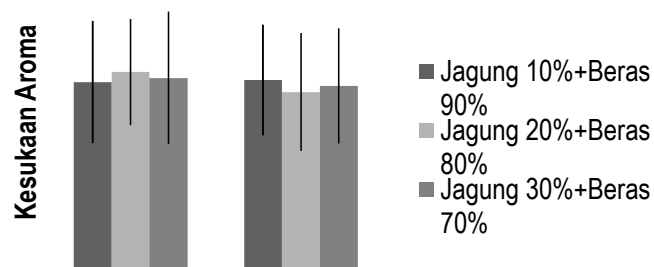
Kesukaan Aroma

Aroma nasi merupakan salah satu parameter yang penting pada penerimaan nasi. Dari hasil penelitian dan penghitungan nilai kesukaan panelis terhadap sampel beras cerdas berbahan baku beras dan jagung dengan penambahan IPK diketahui bahwa rata-rata tingkat kesukaan panelis terhadap aroma beras cerdas matang berkisar antara 3.00-3.33 (agak suka). Hasil perhitungan sidik ragam nilai uji organoleptik kesukaan panelis terhadap aroma beras cerdas berbahan baku beras dan jagung dengan penambahan IPK dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Sidik ragam kesukaan aroma beras cerdas berbahan baku beras dan jagung dengan penambahan IPK

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel		Keterangan
					5%	1%	
Formulasi	5	1.96	0.39	0.71	2.28	3.15	ns
A	2	0.01	0.01	0.01	3.06	4.75	ns
B	1	0.94	0.94	2	3.91	6.81	ns
AB	2	1.01	0.51	0.92	3.06	4.75	ns
Panelis	29	87.83	3.03	5.50	1.55	1.84	**
Galat	145	79.87	0.55				
Total	179	169.66					
ns	: berbeda tidak nyata						
**	: berbeda sangat nyata						

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa variasi komposisi beras dan jagung serta penambahan IPK pada beras cerdas tidak berpengaruh secara nyata terhadap kesukaan panelis pada aroma beras cerdas matang ($\alpha=0.05$). Masing-masing bahan baku dan interaksi antar bahan selama proses produksi juga tidak berpengaruh nyata terhadap kesukaan panelis pada aroma nasi beras cerdas. Histogram kesukaan panelis terhadap aroma nasi beras cerdas berbahan baku beras dan jagung dengan penambahan IPK dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kesukaan aroma beras cerdas berbahan baku beras dan jagung dengan penambahan IPK

Data pada histogram menunjukkan bahwa aroma beras cerdas matang yang paling disukai oleh panelis adalah aroma beras cerdas dengan komposisi 80% beras, 20% jagung dan 10% IPK (formula A2B1). Kesukaan beras cerdas berbahan baku beras dan jagung dengan penambahan IPK dipengaruhi oleh komposisi jagung dan penambahan IPK. Data yang diperoleh menunjukkan terjadi penurunan nilai kesukaan terhadap aroma beras cerdas matang dengan penambahan IPK 15%. Diduga IPK yang beraroma netral dapat mengurangi aroma khas beras dan jagung, sehingga sampel kurang disukai oleh panelis.

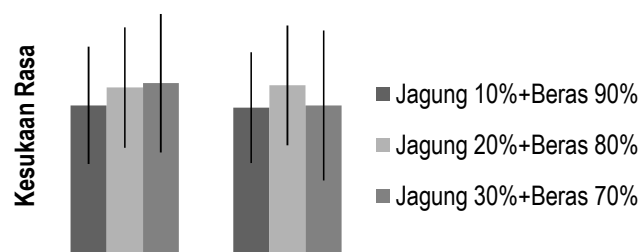
Kesukaan Rasa

Hasil uji kesukaan terhadap rasa nasi beras cerdas berbahan baku beras dan jagung dengan penambahan IPK menunjukkan bahwa nilai rata-rata kesukaan panelis terhadap sampel berkisar antara 2.27-2.63 (tidak suka sampai agak suka). Nilai kesukaan rasa pada beras cerdas matang menggambarkan bahwa rasa nasi beras cerdas masih bisa diterima oleh panelis. Hasil perhitungan sidik ragam nilai uji organoleptik kesukaan panelis terhadap rasa beras cerdas berbahan baku beras dan jagung dengan penambahan IPK dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Sidik ragam kesukaan rasa beras cerdas berbahan baku beras dan jagung dengan penambahan IPK

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel		Keterangan
					5%	1%	
Formulasi	5	4,44	0,89	1,26	2,28	3,15	ns
A	2	2,74	1,37	1,94	3,06	4,75	ns
B	1	0,56	0,56	1	3,91	6,81	ns
AB	2	1,14	0,57	0,81	3,06	4,75	ns
Panelis	29	53,44	1,84	2,61	1,55	1,84	**
Galat	145	102,56	0,71				
Total	179	160,44					
ns	: berbeda tidak nyata						
**	: berbeda sangat nyata						

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa variasi komposisi beras dan jagung serta penambahan IPK pada beras cerdas tidak berpengaruh secara nyata terhadap kesukaan panelis pada rasa beras cerdas matang ($\alpha=0.05$). Histogram kesukaan panelis terhadap rasa nasi beras cerdas berbahan baku beras dan jagung dengan penambahan IPK dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kesukaan rasa beras cerdas berbahan baku beras dan jagung dengan penambahan IPK

Gambar 3. menunjukkan bahwa rasa nasi beras cerdas berbahan baku beras dan jagung dengan penambahan IPK yang paling disukai adalah nasi beras cerdas dengan komposisi 70% tepung beras, 30% tepung jagung dan 10% IPK (formula A3B1). Panelis cenderung menunjukkan kesukaan yang tinggi pada rasa nasi beras cerdas dengan komposisi jagung yang lebih banyak dan nilai kesukaannya cenderung berkurang pada penambahan IPK yang lebih banyak. Hal ini diduga disebabkan karena rasa khas pada jagung dapat meningkatkan cita rasa pada beras cerdas yang dihasilkan.

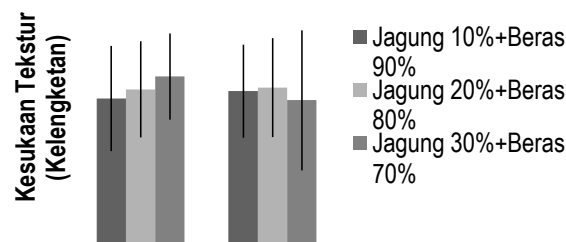
Kesukaan Tekstur (Kelengketan)

Tekstur merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi penerimaan konsumen terhadap produk pangan. Parameter penilaian tekstur yang seringkali mempengaruhi penerimaan nasi adalah kelengketannya. Berdasarkan hasil uji kesukaan tekstur nasi beras cerdas berbahan baku beras dan jagung dengan penambahan IPK diketahui bahwa rata-rata tingkat kesukaan panelis terhadap tekstur (kelengketan) beras cerdas berkisar antara 2.63-3.07 (agak suka). Sidik ragam kesukaan tekstur (kelengketan) beras cerdas berbahan baku beras dan jagung dengan penambahan IPK dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Sidik ragam kesukaan tekstur (kelengketan) beras cerdas berbahan baku beras dan jagung dengan penambahan IPK

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel		Keterangan
					5%	1%	
Formulasi	5	3.64	0.73	0.93	2.28	3.15	ns
A	2	0.54	0.27	0.35	3.06	4.75	ns
B	1	0.36	0.36	0	3.91	6.81	ns
AB	2	2.74	1.37	1.76	3.06	4.75	ns
Panelis	29	44.58	1.54	1.97	1.55	1.84	**
Galat	145	113.36	0.78				
Total	179	161.58					
ns	: berbeda tidak nyata						
**	: berbeda sangat nyata						

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa variasi komposisi beras dan jagung serta penambahan IPK pada beras cerdas tidak berpengaruh secara nyata terhadap kesukaan panelis pada tekstur (kelengketan) beras cerdas matang ($\alpha=0.05$). Histogram kesukaan panelis terhadap tekstur (kelengketan) nasi beras cerdas berbahan baku beras dan jagung dengan penambahan IPK dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Kesukaan tekstur (kelengketan) beras cerdas berbahan baku beras dan jagung dengan penambahan IPK.

Gambar 4. menunjukkan bahwa rata-rata panelis memberikan nilai kesukaan yang tinggi terhadap tekstur (kelengketan) nasi beras cerdas yang dibuat dengan komposisi 30% jagung, 70% beras dan 10% IPK (formula A3B1). Kelengketan nasi sebagian besar dipengaruhi oleh kadar amilosa dan amilopektin. Kadar amilosa dalam beras padi sekitar 7.01-27.21% (Indrasari dan Mardiah, 2011). Sedangkan jagung memiliki kandungan amilosa sebesar 25-30% (Suarni, 2005).

Hasil analisis uji organoleptik kesukaan tesktur (kelengketan) nasi beras cerdas menunjukkan nasi beras cerdas dengan komposisi tepung jagung yang lebih banyak lebih disukai oleh panelis. Semakin banyak komposisi jagung maka kandungan amilopektin beras cerdas akan semakin berkurang. Beras cerdas yang berkadar amilopektin besar, bila dimasak menghasilkan nasi yang lengket, mengkilap, tidak mengembang dan tetap menggumpal setelah dingin. Beras cerdas yang berkadar amilopektin kecil, bila dimasak nasinya tidak lengket, dapat mengembang dan menjadi keras, jika sudah dingin (Suwarno, dkk, 1982).

Kesukaan Kenampakan

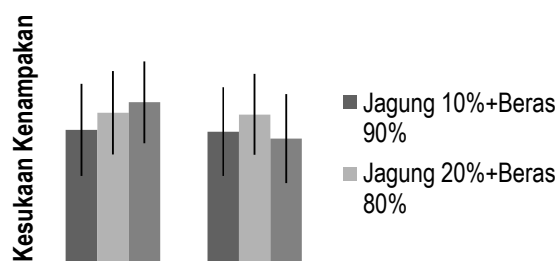
Rata-rata tingkat kesukaan panelis terhadap kenampakan beras cerdas berkisar antara 2.47-3.17 (agak suka). Sidik ragam kesukaan kenampakan beras cerdas berbahan baku beras dan jagung dengan penambahan IPK dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Sidik ragam kesukaan kenampakan beras cerdas berbahan baku beras dan jagung dengan penambahan IPK

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel		Keterangan
					5%	1%	
Formulasi	5	10.76	2.15	3.53	2.28	3.15	**
A	2	3.38	1.69	2.77	3.06	4.75	ns
B	1	2.94	2.94	5	3.91	6.81	*
AB	2	4.44	2.22	3.64	3.06	4.75	*
Panelis	29	32.23	1.11	1.82	1.55	1.84	ns
Galat	145	88.41	0.61				

Total	179	131.39
ns	: berbeda tidak nyata	
**	: berbeda sangat nyata	

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa komposisi beras dan jagung serta penambahan IPK pada beras cerdas berpengaruh sangat nyata terhadap kesukaan panelis pada kenampakan beras cerdas matang ($\alpha=0.01$). Substitusi beras dengan jagung (A) tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap kesukaan panelis. Beda nyata dari tiap formulasi dipengaruhi oleh penambahan IPK serta interaksi antara penambahan IPK dan substitusi beras dengan jagung. Penambahan IPK akan mempengaruhi proporsi komposisi karbohidrat, utamanya pati, pada beras cerdas yang dihasilkan. Pati yang dipanaskan bersama air akan menyebabkan terjadinya proses gelatinisasi. Pada proses tersebut pati akan menyerap air sehingga menyebabkan struktur pati pecah. Setelah struktur pati pecah, air diserap pati sehingga viskositas akan meningkat. Proses pemanasan ini juga akan mengikat molekul air pada pati sehingga air terserap dan menyebabkan ukuran nasi lebih besar dibandingkan beras. Gugus *hidrophobic* protein pada IPK diduga menyebabkan daya ikat beras terhadap air semakin tinggi sehingga butiran nasi nampak lebih besar. Histogram kesukaan panelis terhadap kenampakan nasi beras cerdas berbahan baku beras dan jagung dengan penambahan IPK dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Kesukaan kenampakan beras cerdas berbahan baku beras dan jagung dengan penambahan IPK

Gambar 5 menunjukkan bahwa kenampakan nasi beras cerdas yang paling disukai panelis adalah beras cerdas yang dibuat dengan komposisi 30% jagung, 70% beras dan 10% IPK (formula A3B1). Kenampakan nasi beras cerdas dominan dipengaruhi oleh bentuk beras cerdas matang. Bentuk nasi beras cerdas setelah dimasak lebih besar dibandingkan dengan nasi dari beras pada umumnya. Perubahan bentuk tersebut disebabkan oleh proses pemasakan yang menggunakan air. Sebagian besar komponen beras cerdas adalah karbohidrat berbentuk pati maka proses *swelling* tersebut terjadi karena adanya gelatinisasi pati (Winarno 2008).

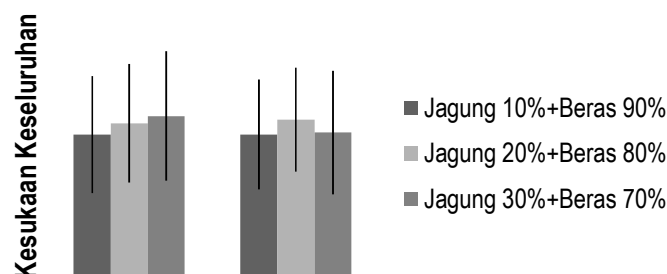
Kesukaan Keseluruhan

Uji kesukaan secara keseluruhan adalah uji kesukaan dimana panelis memberikan nilai kesukaannya pada sampel dengan mempertimbangkan warna, rasa, aroma, tekstur (kelengketan) dan kenampakan beras cerdas matang. Hasil uji kesukaan panelis terhadap nasi beras cerdas secara keseluruhan menunjukkan bahwa rata-rata tingkat kesukaan panelis terhadap nasi beras cerdas secara keseluruhan berkisar antara 2.67-3.00 (agak suka). Sidik ragam kesukaan panelis terhadap nasi beras cerdas berbahan baku beras dan jagung dengan penambahan IPK secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Sidik ragam kesukaan keeseluruhan beras cerdas berbahan baku beras dan jagung dengan penambahan IPK

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel		Keterangan
					5%	1%	
Formulasi	5	3.23	0.65	0.98	2.28	3.15	ns
A	2	1.81	0.91	1.37	3.06	4.75	ns
B	1	0.27	0.27	0	3.91	6.81	ns
AB	2	1.14	0.57	0.87	3.06	4.75	ns
Panelis	29	101.36	3.50	5.30	1.55	1.84	**
Galat	145	95.61	0.66				
Total	179	200.19					
ns	: berbeda tidak nyata						
**	: berbeda sangat nyata						

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa variasi komposisi beras dan jagung serta penambahan IPK pada beras cerdas tidak berpengaruh secara nyata terhadap kesukaan panelis pada beras cerdas matang secara keseluruhan ($\alpha=0.05$). Masing-masing bahan baku dan interaksi antar bahan selama proses produksi juga tidak berpengaruh nyata terhadap kesukaan panelis pada nasi beras cerdas secara keseluruhan. Histogram kesukaan panelis terhadap nasi beras cerdas berbahan baku beras dan jagung dengan penambahan IPK secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Kesukaan keseluruhan beras cerdas berbahan baku beras dan jagung dengan penambahan IPK

Gambar 6. menunjukkan bahwa nasi beras cerdas yang paling disukai oleh panelis secara keseluruhan adalah nasi beras cerdas yang dibuat dengan komposisi 30% jagung, 70% beras dan penambahan 10% IPK (formulas A3B1). Hal ini menggambarkan bahwa secara umum formula yang paling disukai dan dapat diterima oleh masyarakat adalah beras cerdas formula A3B1. Oleh karena itu, beras cerdas yang dipilih sebagai sampel terbaik adalah beras cerdas dengan formula A3B1 karena baik secara keseluruhan maupun secara spesifik beras cerdas tersebut memiliki skor kesukaan tertinggi. Beras cerdas formula A3B1 inilah yang selanjutnya dianalisa kandungan kimia dan karakteristik fisiknya.

Berdasarkan hasil analisa menunjukkan bahwa beras cerdas yang paling disukai secara keseluruhan, yaitu beras cerdas formulasi A3B1 mendapat posisi nilai tertinggi pada uji kesukaan rasa, tekstur dan kenampakan. Hal ini menunjukkan bahwa faktor yang paling dominan mempengaruhi kesukaan panelis terhadap beras cerdas adalah faktor rasa, tekstur dan kenampakan.

Hasil dari semua parameter organoleptik yang diuji menunjukkan adanya keragaman yang sangat nyata yang disebabkan oleh panelis. Pemilihan panelis yang menitik beratkan pada keragaman asal daerah diduga menjadi faktor yang menyebabkan adanya perbedaan kesukaan yang nyata pada semua parameter. Sampel data yang diambil dari kuisioner menunjukkan bahwa panelis yang berasal dari Indonesia timur lebih cenderung memberikan nilai kesukaan yang tinggi daripada panelis yang berasal dari Indonesia barat, khususnya wilayah jawa. Diduga masyarakat Indonesia barat, khususnya jawa, yang bahan makanan pokok kesehariannya didominasi oleh beras padi menunjukkan kesukaan yang rendah terhadap produk beras cerdas. Kebiasaan makan masyarakat daerah luar jawa khususnya daerah timur yang lebih variatif membuat panelis lebih bisa menerima produk beras cerdas. Hal ini dapat dilihat dari selisih yang besar pada nilai kesukaan yang diberikan oleh panelis yang berasal dari Indonesia wilayah barat dengan panelis yang berasal dari daerah timur.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa pembuatan beras cerdas berbahan baku beras dan jagung dengan penambahan isolat protein kedelai berpengaruh terhadap beras cerdas yang dihasilkan. Secara keseluruhan beras cerdas yang paling disukai oleh panelis pada penelitian ini adalah beras cerdas dengan komposisi 70% tepung beras, 30% tepung jagung dan penambahan 10% IPK .

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Pengelola Dana Pendidikan dan Lembaga Penelitian Universitas Jember yang telah memberikan dukungan atas penelitian Beras Cerdas ini.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS. 2013a. Rata-rata Konsumsi Protein (gram) per Kapita Menurut Kelompok Makanan 1999, 2002, 2013. http://www.bps.go.id/tab_sub/view.php?kat=1&tabel=1&daftar=1&id_subyek=05¬ab=4 [20 Januari 2014].
- BPS. 2013b. Rata-rata Konsumsi Kalori (KKal) per Kapita Sehari Menurut Kelompok Makanan 1999, 2002-2013. http://www.bps.go.id/tab_sub/view.php?kat=1&tabel=1&daftar=1&id_subyek=05¬ab=5 [20 Januari 2014].
- Howson, C.P., Kennedy, E.T., dan Horwitz, A. 1998. Prevention Of micronutrient Deficiencies: Tools for Policy Makers and Public Health Workers. National Academy Press, Washington DC.
- Indrasari, S.D. dan Mardiah, Z. 2011. Korelasi Amilosa Terhadap Konsistensi Gel, Nisbah Penyerapan Air (Npa) dan Nisbah Pengembangan Volume (Npv) pada Beras Varietas Lokal. <http://jatim.litbang.pertanian.go.id/ind/index.php/penas/category/14-semnas-2011?download=127:p13> [11 Desember 2014].
- Kementerian Kesehatan. 2013. Profil Kesehatan Indonesia 2012. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.
- Meilgaard, M., Civille, G.V., dan Carr, B.T. 1999. Sensory Evaluation Techniques. CRC Press, New York.
- Mishra, A, Mishra, H.N., dan Rao, P.S. 2012. Preparation of rice analogues using extrusion technology. International Journal of Food Science and Technology, 47(9): 1789-1797.
- Muchtadi, D. 1993. Teknik Evaluasi Nilai Gizi Protein. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Samad, M.Y. 2003. Pemuatan beras tiruan (Artificial rice) dengan bahan baku ubi kayu dan sagu. Prosiding Seminar Teknologi untuk Negeri 2003 Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, 2:36-40.
- Suarni. 2005. Karakteristik fisikokimia dan amilograf tepung jagung sebagai bahan pangan. Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Jagung Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. 2005: 440-444.
- Suarni dan Widowati, S. 2010. Struktur, Komposisi, dan Nutrisi Jagung. <http://pustaka.litbang.deptan.go.id/bppi/lengkap/bpp10254.pdf>. [19 Januari 2014].
- Suwarno, Surono, A.B., dan Harahap, Z. 1982. Hubungan antara Amilosa Beras dengan Rasa Nasi. Jurnal Penelitian Pertanian, 2(1):33-35.
- WHO. 2007. Protein and Amino Acid Requirements in Human Nutrition Report of A Joint WHO/FAO/UNU Expert Consultation. World Health Organization, Geneva.
- Winarno, F.G. 1993. Pangan Gizi, Teknologi dan Konsumen. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Winarno. 2008. Kimia Pangan dan Gizi. Mbrio Press, Bogor.

ASPEK EKOLOGI SEBAGAI PENENTU KETEBALAN KULIT BUAH DAN KUALITAS BIJI KAKAO¹

Ecological Aspect as Determinant for Exocarp Thickness and Quality of Cocoa Seed¹

Diki Saputra², Djoko Purnomo³, MTh Sri Budiastuti⁴
Program Studi S1 Agroteknologi Fakultas Pertanian
Universitas Sebelas Maret (UNS) Surakarta

ABSTRACT

Production of cocoa beans in the village Punung relatively low compared to the national average of 740 510 kg ha⁻¹. Thick rind cocoa determines the grain yield both quantitative and qualitative factors related to ecology. The research aims to study the ecological aspects and components of cocoa as a basis for the development of cocoa. Research over three months in three hamlets in the village Punung (Jatisari, Pakis, and Kalipucung) using the survey method. Observations and plant ecology at the specified sample intentionally (purposive random sampling). The results showed that the ecological aspects are not significant effect on the exocarp of cocoa. Exocarp of cocoa in the hamlet Jatisari, Pakis, and Kalipucang range 1.0-1.5, which means exceeding the ideal exocarp (thicker rind ideal cocoa <1 cm). The seed quality based Speed and Power Sprouts were only 0% and 30%. Low soil fertility category most likely cause cocoa productivity in low Punung village.

Key words: cacao, ecological aspect, exocarp

ABSTRAK

Produktivitas biji kakao di desa Punung tergolong rendah dibanding rerata nasional (740.510 kg ha⁻¹). Tebal kulit buah kakao menjadi penentu hasil biji baik kuantitatif maupun kualitatif yang berhubungan dengan faktor ekologi. Penelitian bertujuan untuk mempelajari aspek ekologi dan komponen hasil kakao sebagai dasar pengembangan kakao. Penelitian selama tiga bulan di 3 dusun di Desa Punung (Jatisari, Pakis, dan Kalipucung) menggunakan metode survei. Pengamatan ekologi dan tanaman pada sampel yang ditentukan secara sengaja (purposive random sampling). Hasil penelitian menunjukkan bahwa aspek ekologi (suhu, kelembaban, intensitas cahaya, curah hujan, dan kesuburan tanah) tidak memberikan pengaruh nyata terhadap tebal kulit buah kakao. Tebal kulit buah kakao di Dusun Jatisari, Pakis, dan Kalipucang berkisar 1,0-1,5, yang berarti melebihi tebal kulit ideal (tebal kulit buah kakao ideal < 1 cm). Kesuburan tanah termasuk kategori rendah kemungkinan besar sebagai penyebab produktivitas kakao di desa Punung rendah.

Kata kunci: kakao-ekologi-kulit buah-kecepatan kecambah-daya kecambah

PENDAHULUAN

Kakao merupakan salah satu komoditas andalan perkebunan yang berperan penting bagi perekonomian nasional yaitu sebagai penyedia lapangan kerja, sumber pendapatan, dan devisa negara. Selain itu produk pangan terbuat dari biji kakao, terutama dalam bentuk produksi coklat, mengandung antioksidan (absorben oksigen radikal, polifenol, dan flavanol) lebih tinggi dari produk tanaman lain lain (teh, anggur, acai, dan blueberry) (Hii et al. 2009; Crozier et al. 2011). Indonesia berpotensi menjadi produsen utama kakao dunia apabila berbagai permasalahan budidaya dan pengelolaan agribisnis dapat diatasi. Harga kakao dunia relatif stabil dan cukup tinggi (3.000 US\$ setara dengan 30 juta rupiah setiap ton) sebagai penyebab laju perluasan areal pertanaman kakao di Indonesia tinggi, sehingga menjadi produsen terbesar di Asia Tenggara (Moser et al. 2010). Ini perlu mendapat dukungan agar kebun hasil perluasan dapat memiliki produktivitas tinggi (Ibnati 2011). Produksi kakao di Indonesia mencapai 740.510 ton (2012), namun terjadi penurunan menjadi 720.860 ton (2013) dan turun lagi menjadi 709.330 ton (2014) (BPS 2014). Penurunan produksi sangat memprihatinkan karena kualitas biji kakao Indonesia sangat tinggi (produk coklat tidak mudah meleleh pada suhu kamar). Penyebab penurunan produksi kakao antara lain: kekeringan (Moser et al. 2010), kualitas pohon peneduh (Tiralla et al. 2013; Faast and Somarriba 2014; Dumont et al. 2014), teknologi budidaya (Tiralla et al. 2013), dan usia pohon semakin tua (Kompas 5 Juni 2015).

Kuantitas buah kakao di Indonesia masih rendah karena dalam satu pohon hanya memiliki 25-35 buah kakao, meskipun sangat berpotensi menghasilkan 70-90 buah per pohon per tahun padahal untuk memperoleh 1 kg biji kakao kering diperlukan sekitar 25-35 buah kakao. Salah satu penentu kuantitas biji adalah ketebalan kulit buah sehingga berpengaruh terhadap biji kakao yang dihasilkan karena berhubungan dengan distribusi fotosintat (Pudjogunarto 2011). Lingkungan berperan dalam distribusi fotosintat yang mendukung pertumbuhan dan perkembangan kakao sehingga menjadi faktor fundamental yang mempengaruhi tebal kulit buah. Informasi tentang aspek lingkungan pada ketebalan kulit buah kakao belum banyak ditemukan dan penelitian ini secara tidak langsung dapat digunakan sebagai penentu produksi kakao. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi seberapa jauh aspek ekologi berperan pada morfologi buah kakao (kulit dan biji) dan sekaligus menentukan potensi kakao sebagai pendukung kesejahteraan petani.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari-Maret 2015 di Desa Punung, Kecamatan Punung, Kabupaten Pacitan, posisi geografi 08°06'428"LS dan 111°01'55,5" BT. Penelitian menggunakan metode survei pada sampel ditentukan secara bertahap diawali penentuan lahan, kemudian pohon kakao berjumlah 10 pohon di setiap dusun, dan letak buah (buah di batang pokok). Lokasi pengamatan berdasarkan tinggi tempat (403, 392, dan 321 meter diatas permukaan laut/mdpl), masing-masing di dusun Jatisari, Pakis, dan Kali Pucung. Data penelitian berupa data primer dan sekunder, data primer (tanaman dan

lingkungan) diperoleh melalui pengamatan pada sampel yang ditentukan secara sengaja (*purposive random sampling*) berdasarkan keberadaan tanaman Kakao di desa Punung.

Data lingkungan antara lain: pohon naungan (besar cahaya lolos), fisiografi, sifat tanah (jenis dan tekstur, kandungan N, P, K, C organik dan bahan organik), kemiringan lahan, dan kemiringan lereng. Data tanaman berupa: volume dan berat buah, berat dan tebal kulit buah, jumlah biji setiap 100 gram, berat plasenta, kecepatan kecambah dan daya kecambah, serta berat setiap biji kakao kering. Sedangkan data iklim adalah: suhu, kelembaban udara, dan curah hujan (selama 10 tahunan) diperoleh dari kantor Landasan Udara Kabupaten Pacitan. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif kualitatif dan korelasi, bila korelasi signifikan dilanjutkan uji regresi (persamaan: $Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n$). Kategori kesuburan tanah berdasar penetapan Balai Penelitian Tanah tahun 2005, sedang tebal kulit berdasar tabel harkat relatif yang ditentukan berdasar penelitian pendahuluan, dengan kriteria TiR, TiB, SR, SB, TeR, dan TeB, masing-masing adalah tipis rata, tipis beralur, sedang rata, sedang beralur, tebal rata, tebal beralur. Kriteria tersebut Untuk TiR dan TiB menurunkan volume biji hingga 25% dengan tebal kulit antara 0,25-0,8 cm, SR dan SB menurunkan volume biji hingga 50% dengan tebal kulit antara 0,9-1,1 cm, TeR dan TeB menurunkan volume biji hingga >50% dengan tebal kulit antara 1,3-2 cm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Ekologi

Suhu. Suhu daerah penelitian pada pagi hari 22,9°C, pada siang hari naik menjadi 30,1°C dan pada sore hari turun menjadi 25,7°C. Fluktuasi suhu harian disebabkan oleh intensitas cahaya matahari. Intensitas pada siang hari cenderung tinggi dan menurun pada sore hari sehingga suhu mencapai titik maksimal pada siang hari. Suhu berkisar antara 22,9 hingga 30,1°C menunjukkan bahwa fluktuasi suhu relatif tidak besar. Suhu ideal untuk pertumbuhan kakao sehingga menghasilkan produksi maksimum adalah 30-32°C (maksimum) dan 18-21°C (minimum) (Alvin 1974). Dengan demikian desa Punung sesuai untuk budidaya kakao sehingga berpotensi untuk perluasan area. Suhu udara akan berpengaruh terhadap lama waktu kakao matang serta mempengaruhi karakteristik kimiawi dan fisik biji kakao. Rata-rata suhu yang rendah pada perkembangan kakao khususnya perkembangan awal berpengaruh terhadap kadar asam lemak tak jenuh dan menyebabkan titik lebur pada kakao menjadi rendah. Uji regresi hubungan suhu dengan tebal kulit kakao menunjukkan bahwa tebal kulit tidak ditentukan oleh suhu ($R^2:0,018$).

Kelembaban udara. Kelembaban udara daerah penelitian pada pagi hari 83,3%, pada siang hari turun menjadi 68% dan pada sore hari naik menjadi 77,7°C. Uji korelasi antara kelembaban udara dan suhu menunjukkan semakin tinggi suhu maka semakin rendah kelembaban udara ($r: -0,73$). Uji regresi hubungan kelembaban dengan tebal kulit kakao menunjukkan bahwa tebal kulit tidak ditentukan oleh kelembaban ($R^2:0,077$).

Cahaya Matahari. Intensitas cahaya yang diterima oleh tajuk kakao (dibawah naungan) sebesar 8923 lux dan dibawah tajuk 2158 lux, berarti kakao mengintersep cahaya

sebesar 6765 lux (76%). Uji korelasi antara intensitas cahaya dan suhu menunjukkan semakin tinggi intensitas cahaya semakin tinggi suhu ($r: -0,52$). Hasil tersebut menunjukkan bahwa intensitas cahaya di Desa Punung relatif tinggi. Wilayah punung memiliki intensitas cahaya relatif tinggi karena merupakan daerah dataran rendah. Cahaya matahari tidak banyak terhalang oleh awan. Menurut Wood (1989) cahaya matahari yang langsung mengenai kakao dengan intensitas tinggi akan menyebabkan lilit batang kecil, daun sempit dan tanaman relatif pendek sehingga menyebabkan kurang produktif. Pudjogunarto (2011) juga menyebutkan bahwa kakao berasal dari daerah dengan intensitas cahaya rendah karena tanaman ini tergolong pada tanaman C3.

Naungan. Pohon naungan di daerah penelitian bervariasi yang didominasi oleh pohon jati, albasia dan pisang. Macam pohon naungan tersebut menunjukkan bahwa kurang sesuai memenuhi syarat sebagai naungan untuk kakao. Pohon jati mengugurkan daun pada musim kemarau sedangkan pisang tidak dapat digunakan sebagai pohon naungan permanen. Pohon albasia tidak efektif memberikan naungan jika sudah besar karena berdaun sempit dan bercabang sedikit. Pohon pelindung sementara diperlukan untuk melindungi kakao yang masih muda (TBM) dari tiupan angin dan sinar matahari. Jenis pohon yang memenuhi syarat sebagai pohon pelindung permanen adalah lamtoro (Pudjogunarto 2011).

Curah hujan. Berdasarkan data curah hujan selama satu dekade menunjukkan bahwa tipe iklim di daerah penelitian termasuk kategori C3 atau agak kering (menurut Smith ferguson). Rerata curah hujan satu tahun 1.800 mm/tahun termasuk daerah sesuai untuk budidaya kakao. Namun di tempat tersebut hujan tidak merata sepanjang tahun, antara bulan Mei-September termasuk bulan kering (curah hujan bulanan dibawah 60 mm). Pada daerah dengan curah hujan kurang dari 1.200 mm/tahun akan dapat memberikan hasil yang baik untuk kakao jika tanaman mendapatkan air irigasi, karena evapotranspirasi akan lebih besar dari pada curah hujan yang turun (Pudjogunarto 2011). Secara umum kakao menghendaki curah hujan dengan distribusi merata sehingga memiliki nilai yang lebih besar dari evapotranspirasi. Areal penanaman kakao yang ideal adalah daerah dengan curah hujan 1.100-3000 mm/tahun.

Kesuburan tanah. Taraf kesuburan tanah di daerah penelitian termasuk rendah karena kandungan N total, P₂O₅, K, BO, dan C organik masing-masing 0,42%, 2,72 ppm, 0,496 me%, 1,08%, dan 0,63%. Semua komponen tersebut bernilai dibawah kriteria minimum kesesuaian lahan untuk budidaya kakao (Balai Penelitian Tanah tahun 2005). pH tanah di daerah penelitian sebesar 6,74 (hampir netral) berarti relatif ideal untuk tanaman kakao.

Karakteristik Kakao

Tebal kulit. Berdasarkan pengukuran menunjukkan tebal kulit kakao kisaran 1,3-2 cm. Penelitian pendahuluan memperoleh bahwa berpotensi menurunkan volume ruang biji kakao. Peneliti mengemukakan kriteria TiR, TiB, SR, SB, TeR, dan TeB berdasarkan morfologi kulit. Kode Ti berarti tipis, Te berarti tebal sedangkan R dan B adalah kulit buah rata dan beralur. Kode TeR dan TeB dengan kisaran ukuran tebal kulit 1,3-2 cm, hal tersebut

berpotensi menurunkan volume ruang biji kakao hingga 50% (merugikan). Kode TiR dan TiB dengan kisaran ukuran tebal kulit 0,25-0,8 cm, hal tersebut berpotensi menurunkan volume ruang biji kakao kurang dari 25% (Kondisi dianjurkan). Kode SR dan SB dengan kisaran ukuran tebal kulit 0,9-1,1 cm, hal tersebut berpotensi menurunkan volume ruang biji kakao 25-50% (ditoleransi).

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Aspek ekologi (suhu, kelembaban udara, intensitas cahaya, curah hujan) relatif tidak menentukan tebal kulit buah kakao.
2. Faktor curah hujan dan kesuburan tanah dibawah kesesuaian untuk tanaman kakao.

DAFTAR PUSTAKA

- Alvin, P.T., A. D. Machado and F. Vello 1974. Physiological Responses of Cacao to Environ Factors. J. Revista Theobroma 4 (3): 3 – 12.
- C.L. Hii¹, C.L. Law^{1*}, S. Suzannah², Misnawi³ and M. Cloke. 2009. Polyphenols in cocoa (*Theobroma cacao* L.). J. Food Ag-Ind., 2(04), 702-722
- Dumont, A.J & P. Hadley, 2008. Differential Effects of Temperature on Fruit Development and Bean Quality of Contrasting Genotypes of Cacao (*Theobroma Cacao*). J. Ann Appl Biol (153) : 175–185.
- Fleet and H. Dircks, 2007. Yeast, Cocoa Beans and Chocolate. J. Microbiology Australia, page 48 – 50.
- G. Moser, C. Leuschner, D. Hertel, D. Holscher, M. Köhler, D. Leitner, B. Michalzik, E. Prihastanti, S. Tjitrosemito, L. Schwendenmann. 2010. Response of cocoa trees (*Theobroma cacao*) to a 13-month desiccation period in Sulawesi, Indonesia. Agroforest Syst 79:171–187
- Ibnati 2011. Prospek dan Persiapan Bahan Tanam Kakao. <http://www.ibnati.blogspot.com/prospek-dan-persiapan-bahan-tanam-kakao>. Diakses pada 2 Maret 2015.
- Kompas Edisi 5 Juni 2015. Ekonomi: Kakao dan Coklat di Indonesia
- Pudjogunarto Wartoyo Suwadi 2011. Agronomi Tanaman Kakao. Surakarta: UNS Press.
- Stephen J Crozier*, Amy G Preston, Jeffrey W Hurst, Mark J Payne, Julie Mann, Larry Hainly and Debra L Miller. 2011. Cacao seeds are a "Super Fruit": A comparative analysis of various fruit powders and products. Chemistry Central Journal, 5:5 <http://journal.chemistrycentral.com>
- Wood, G. A. R 1989. Botany, Types and Population in Cacao Tropical Agriculture series. 4th ed., Wood, G.A.R., and R.A. Lass. Longman. Lomdon, and New York.
- Wood, G.R.A and R.A. Lass. 1985. Cocoa. 4 th Ed. John Wiley and Sons., Inc, New York. Fourth Edition)

- 1989. Environment Cacao Tropical Agriculture series. 4th ed., Wood, G.A.R., and R.A. Lass. Longman. Lomdon, and New York.
- 1989. Establishment Cacao Tropical Agriculture series. 4th ed., Wood, G.A.R., and R.A. Lass. Longman. Lomdon, and New York.
- 1989. History and Development Cacao Tropical Agriculture series. 4th ed., Wood, G.A.R., and R.A. Lass. Longman. Lomdon, and New York.
- 1989. Population in Cacao Tropical Agriculture series. 4th ed., Wood, G.A.R., and R.A. Lass. Longman. Lomdon, and New York.

SIFAT PASTA MOCAF (*MODIFIED CASSAVA FLOUR*) MENGGUNAKAN RAPID VISCO ANALYZER

The Pasting Properties of MOCAF (Modified Cassava Flour) Using Rapid Visco Analyzer

Nia Ariani Putri^a, Nurud Diniyah^b dan Achmad Subagio^b

^aMahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

^bStaff Pengajar Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas
Jember

Jl. Kalimantan No. 37, Kampus Bumi Tegal Boto Kotak Pos 159 Jember 68121, Indonesia

*Email: nia.arianiputri@yahoo.co.id

ABSTRACT

MOCAF is a kind of derived product from cassava flour which uses modified cassava principle through fermentation. Recently, MOCAF is used as a substitution matter in bakery product, noodle, cookies, and half-moist food product. In the development of MOCAF, it is not only expected to be used as a substitution matter in the processing of food products. Therefore, this research is needed to know the pasting properties of MOCAF. In this research, the pasting properties of MOCAF is measured using Rapid Visco Analyzer through some parameters; peak viscosity, minimum viscosity, breakdown, final viscosity, setback, peak time and pasting temperature. The results of this research show that the peak viscosity value is 3983,4cP, the minimum viscosity value is 1959cP, the breakdown value is 2024,4cP, the final viscosity value is 2644,6cP, the setback value is 685,6cP, the peak time value is 4,28 minute, and the pasting temperature is 73,65°C. Compared with tapioca, MOCAF has better pasting properties.

Key words: MOCAF, pasta, RVA

ABSTRAK

MOCAF merupakan produk turunan dari tepung ubi kayu yang menggunakan prinsip memodifikasi sel secara fermentasi. Dewasa ini, MOCAF digunakan sebagai bahan pensubstitusi pada berbagai produk pangan seperti produk bakery, mie, cookies, dan produk pangan semi basah. Dalam perkembangannya MOCAF diharapkan tidak hanya sebagai bahan pensubstitusi pada produk pangan. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui sifat pasta MOCAF. Dalam penelitian ini sifat pasta MOCAF diukur menggunakan Rapid Visco Analyzer dengan beberapa parameter yaitu peak viscosity, minimum viscosity, breakdown, final viscosity, setback, peak time dan pasting temperature. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai peak viscosity sebesar 3983,4cP, minimum viscosity sebesar 1959cP, breakdown sebesar 2024,4cP, final viscosity 2644,6cP, setback sebesar 685,6cP, peak time selama 4,28 menit dan pasting temperature sebesar 73,65°C. Apabila dibandingkan dengan tapioka, sifat pasta MOCAF lebih baik.

Kata kunci: MOCAF, pasta, RVA

PENDAHULUAN

Menurut Koswara (2009), pati memegang peranan penting dalam industri pangan dan industri non pangan seperti industri kertas, lem, tekstil, dan lain-lain. Dalam perdagangan dikenal dua macam pati yaitu pati yang belum dimodifikasi dan pati yang telah dimodifikasi. Pati yang belum dimodifikasi atau pati alami salah satunya yaitu tapioka. Dalam penggunaannya, pati alami seperti tapioka memiliki beberapa kendala sehingga terbatas dalam pengaplikasiannya.

Apabila dimasak, pati alami membutuhkan waktu yang lama sehingga membutuhkan energi yang tinggi, sifatnya lengket dan tidak tahan terhadap perlakuan asam. Di lain pihak, industri pengguna pati menginginkan pati yang stabil baik pada suhu tinggi maupun rendah, mempunyai ketahanan yang baik terhadap perlakuan mekanis dan daya pengentalnya tahan pada kondisi asam dan suhu tinggi (Koswara, 2009). Oleh karena itu, pati alami dilakukan modifikasi untuk menghasilkan sifat-sifat yang dikehendaki dan sesuai dengan yang dibutuhkan.

Salah satu contoh produk *modified starch* yaitu MOCAF (*Modified Cassava Flour*). Menurut Subagio (2006), MOCAF (*Modified Cassava Flour*) merupakan produk turunan dari tepung ubi kayu yang menggunakan prinsip memodifikasi sel singkong secara fermentasi. Proses modifikasi sel singkong pada pembuatan MOCAF secara fermentasi tersebut mengakibatkan perubahan karakteristik tepung yang berbeda dengan karakteristik tepung singkong biasa. Perubahan karakteristik tersebut yang menjadi kelebihan dari MOCAF. Perubahan yang terjadi pada MOCAF yaitu naiknya viskositas, kemampuan gelasi, daya rehidrasi, WHC (*Water Holding Capacity*), dan kemudahannya larut (Subagio dkk, 2008).

Dewasa ini, MOCAF digunakan sebagai bahan pensubstitusi pada produk mie, *bakery*, *cookies*, dan makanan semi basah (Subagio dkk., 2008). Dalam perkembangannya, MOCAF diharapkan tidak hanya sebatas sebagai bahan pensubstitusi pada bahan pangan. Oleh karena itu, perlu diketahui sifat pasta MOCAF agar dapat memperluas perkembangan penggunaan MOCAF pada industri pangan. Sifat pasta MOCAF dapat diukur menggunakan RVA (*Rapid Visco Analyzer*). RVA adalah viskometer rotasi yang menggabungkan pemanasan variabel, pendinginan dan kemampuan geser. Alat ini sangat cocok untuk berbagai aplikasi yang memerlukan informasi yang akurat viskositas, seperti pengujian berbasis produk pati untuk kontrol kualitas (Anonim, 2014).

BAHAN DAN METODE

Dalam penelitian ini bahan yang digunakan antara lain MOCAF (*Modified Cassava Flour*) yang diperoleh dari Mr. Te (Jember), tapioka merk 99, dan aquades. Alat yang digunakan antara lain: RVA (*Rapid Visco Analyzer*) merk Techmaster, neraca analitik merk Precisa. Penelitian ini dilakukan dengan mengamati karakteristik amilografi MOCAF menggunakan RVA dengan tiga kali ulangan.

Langkah awal yang dilakukan yaitu menyiapkan alat dan bahan. Setelah itu mengatur sistem pengukuran pada RVA. Pengaturan pada RVA yaitu sampel yang digunakan 3 gram, 25 mL aquades, kadar air 12% (Immaningsih, 2012), kecepatan

pengadukan sebesar 160 rpm (An, 2005) sama pada tiap-tiap sampel sehingga tidak akan mempengaruhi hasil penelitian. Tidak hanya itu rentang perubahan suhu juga disamakan yaitu 50-95°C.

Adapun rincian kerja proses analisis yang dilakukan dengan menggunakan RVA pada sampel yang ditunjukkan pada gambar di bawah adalah sebagai berikut: Pada menit ke-0 suhu yang diberikan yaitu 50°C dan dipertahankan selama satu menit, kecepatan putar yang diberikan yaitu 960 rpm selama 10 detik, selanjutnya kecepatan putar diturunkan menjadi 160 rpm hingga akhir proses. Pada menit selanjutnya suhu dinaikkan hingga pada waktu 4 menit 42 detik suhu tepat mencapai 95°C dan dipertahankan selama 180 detik yaitu hingga waktu 7 menit 12 detik. Setelah dilakukan pemanasan pada suhu tersebut, suhu diturunkan hingga mencapai tepat pada suhu 50°C pada menit ke-11 dan dipertahankan selama 2 menit hingga menit ke-13. Pengaturan suhu, kecepatan putar di atas ditetapkan dan disamakan pada semua variasi perlakuan pH.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat pasta MOCAF yang telah diukur dengan menggunakan RVA dengan menggunakan pelarut aquades pada rentang suhu 50-95°C, kecepatan pengadukan 160 rpm selama 13 menit ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Sifat pasta MOCAF yang diukur menggunakan RVA

Parameter	Viskositas (cP)
<i>Peak Viscosity</i>	4035,33 ± 146,73
<i>Minimum Viscosity</i>	1981,67 ± 110,46
<i>Breakdown</i>	2053,67 ± 89,28
<i>Final Viscosity</i>	2684,67 ± 158,93
<i>Setback</i>	703,00 ± 53,67

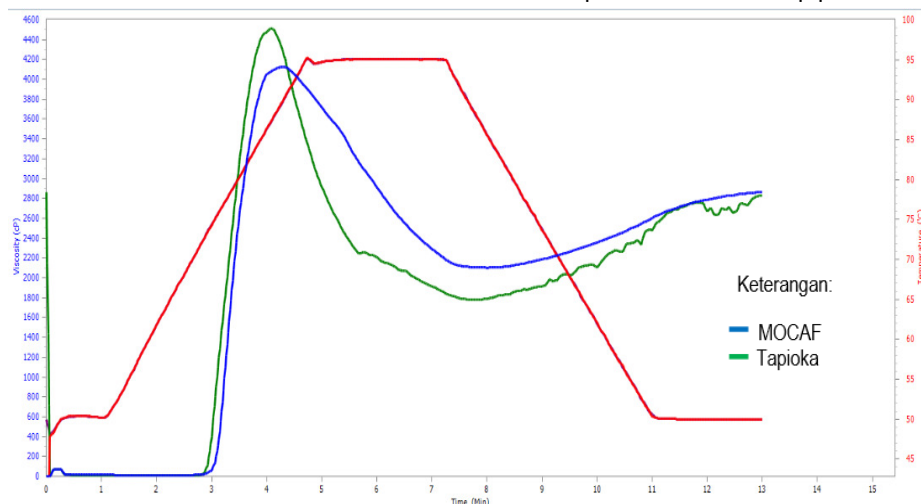
Dari data nilai viskositas pada Tabel 1 menunjukkan bahwa dengan adanya pemanasan maka nilai viskositasnya akan menurun yang diketahui dari rendahnya nilai *minimum viscosity* dibanding *peak viscosity*. Nilai *peak viscosity* atau viskositas puncak merupakan nilai viskositas yang diperoleh ketika jumlah pati yang membengkak seimbang dengan jumlah pati yang rusak (Melo,dkk., 2003). Nilai *peak viscosity* dipengaruhi oleh kandungan amilopektin. Menurut An (2005), dalam produk makanan, amilopektin bersifat merangsang terjadinya proses mekar (*puffing*). Semakin tinggi kandungan amilopektin makan kemampuan granula pati untuk membengkak juga lebih besar.

Jika dibandingkan dengan tapioka, nilai *peak viscosity* MOCAF lebih rendah dibandingkan nilai *peak viscosity* tapioka. Hal tersebut dikarenakan kandungan amilopektin tapioka lebih tinggi dibanding MOCAF. Hal tersebut menyebabkan granula pati tapioka lebih cepat mengembang daripada MOCAF sehingga nilai *peak viscosity*-nya lebih tinggi. Kandungan amilosa dan amilopektin MOCAF dan tapioka ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Tabel kandungan amilosa dan amilopektin MOCAF dan tapioka dalam (%) pati

Komponen	MOCAF (%)	Tapioka (%)
Amilosa	16,22 ± 1,29	15,32 ± 0,68
Amilopektin	83,78 ± 1,29	84,68 ± 0,68

Menurut Faridah, dkk (2014), nilai *breakdown* menunjukkan kestabilan viskositas terhadap pemanasan. Nilai *breakdown* MOCAF sebesar 2053,67 cP masih lebih rendah jika dibandingkan dengan nilai *breakdown* tapioka. Hal tersebut dapat diketahui dari penurunan viskositas sampel pada saat pemanasan yang signifikan pada tapioka yang ditunjukkan pada Gambar 1. Hal tersebut didukung oleh pernyataan Srichwang (2006) yang menyatakan bahwa profil gelatinisasi pati alami yaitu dicirikan dengan tingginya nilai *peak viscosity* dan diikuti dengan penurunan viskositas yang sangat tajam selama pemanasan. Semakin tinggi nilai *breakdown* maka semakin rendah kestabilan sampel tersebut terhadap pemanasan.



Gambar 1. Kurva amilografi MOCAF dan tapioka

Menurut Budijanto dan Yuliyanti (2012), FV merupakan viskositas akhir yang diperoleh ketika telah dilakukan pendinginan pada suhu 50°C selama 2 menit. Menurut Lehmann, dkk (2003), kandungan amilosa yang cukup tinggi memiliki kontribusi yang cukup besar terhadap kecenderungan terjadinya retrogradasi pasta pati selama fase pendinginan. Kandungan amilosa MOCAF lebih tinggi dibanding tapioka sehingga nilai *final viscosity*-nya lebih tinggi dibanding tapioka. Selain itu, kandungan amilosa juga mempengaruhi nilai *setback*.

Menurut Batey (2007), *setback* merupakan proses yang terjadi pada tahap pendinginan yang ditandai dengan naiknya viskositas kembali yang disebabkan oleh retrogradasi pati terutama amilosa. Nilai *setback* merupakan selisih antara nilai *final viscosity* dan nilai *minimum viscosity*. Dapat dilihat dilihat pada Gambar 1 bahwa selisih antara kedua nilai yaitu nilai *final viscosity* dan nilai *minimum viscosity* MOCAF lebih rendah

dibanding tapioka. Hal tersebut menunjukkan bahwa tapioka mempunyai kemampuan mengalami retrogradasi lebih besar dibanding MOCAF.

KESIMPULAN

Sifat pasta MOCAF dapat diketahui dari karakteristik amilografinya yaitu nilai *peak viscosity* sebesar 4035,33 cP, nilai *minimum viscosity* sebesar 1981,67 cP, nilai *breakdown* sebesar 2053,67 cP, nilai *final viscosity* sebesar 2684,67 cP dan nilai *setback* sebesar 703,00 cP.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada Lembaga Pengolah Dana (LPDP) selaku pemberi dana penelitian dengan nomor PRJ 1964/LPDP/2014.

DAFTAR PUSTAKA

- An H.Y. 2005. Effects of Ozonation and Addition of Amino Acids on Properties of Rice Starches. Faculty of the Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College.
- Anonim. 2014. Rapid Visco Analyser. <http://www.perten.com/Products/Rapid-Visco-Analyser-RVA/> . Diakses tanggal 24 Mei 2014.
- Batey, I.L. 2007. Interpretation of RVA Curves Dalam The RVA Handbook. Crosbie, G. B., dan Ross, A. S. AACCC International.
- Budijanto, S., dan Yuliyanti. 2012. Studi Persiapan Tepung Sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) Dan Aplikasinya Pada Pembuaan Beras Analog. Jurnal Teknologi Pertanian, Vol. 13, No. 3.177-186. (2012).
- Faridah, D.N., Fardia,D., Andarwulan, N., dan Sunarti, T.C. 2014. Karakteristik Sifat Fisikokimia Pati Garut (*Maranta arundinaceae*). Jurnal Agritech. Vol. 34, No. 1, (2014).
- Immaningsih, N. 2012. Profil Gelatinisasi Beberapa Formlasi Tepung-tepungan Untuk Pendugaan Sifat Pemasakan. Panel Gizi Makan 35 (1): 13-22.
- Koswara. 2013. Teknologi Modifikasi Pati. EbookPangan.com.
- Lehmann, U., Rossler, C., Schmiedl, D., dan Jacobash, G. 2003. Production and Physico-chemical Characterization of Resistant Starch Type 3 Detived From Pea. Starch/Nahrung/Food, 43: 60-63.
- Melo, E.A., Stamford, T.L.M., Silva, M.P.C., Krieger, N., dan Stamford, N.P. 2003. Functional Properties of Yam Bean (*Pachyrhizus erosus*). Bioresource Technology, 89: 103-106.
- Srichuwang, S. 2006. Starches From Different Plant Origins: From Structure to Physicochemical Properties. (Disertasi). Mie University. Jepang.
- Subagio, A. 2006. Ubi Kayu Substitusi Berbagai Tepung-tepungan. Vol 1-Edisi 3. Food Review (April, 2006) : 18-22.
- Subagio, A., Windrati, W.S., Witono, Y., dan Fahmi, F. 2008. Produksi Operasi Standar (POS) : Produksi Mocal Berbasis Klaster. Fakultas Teknologi Pertanian. Jember.

GALENDO POP: PEMANFAATAN LIMBAH PENGOLAHAN MINYAK KELAPA SEBAGAI INOVASI PRODUK PANGAN TRADISIONAL DENGAN NILAI GIZI TINGGI

Kiki Rizki Ramadhani

Program Studi Teknologi Pangan, Departemen Teknologi Industri Pangan, Fakultas Teknologi Industri Pangan, Universitas Padjadjaran
Jl. Raya Bandung Sumedang Km. 21, Jatinangor, Indonesia

Email: kiki.rizki.ramadhani@gmail.com

ABSTRACT

Galendo is a traditional food from Ciamis which is a by-product of coconut oil processing. Galendo is made from coconut milk that is heated to form a separation between oil and pulp (Anggraeni, 2012). The pulp has to be pressed to produce galendo then it immediately be packed with woven bamboo. Galendo has dark brown colour with a distinctive flavor as well and its shape is a box-shaped due to pressing process. Its unattractive appearance makes galendo's consumption level very low and it has deterioration problem such as rancidity that is easily occur. Therefore, Innovations implemented to improve the appearance and quality of galendo by changing its shape to look like a lollipop and be coated with caramel which is named as G-POP so it could be more attractive and easy to consume. G-POP is packaged using PP plastic to prevent direct contact with air, so rancidity will not easily occur and attractive design is also applied to increase its marketability.

Keywords: Galendo, Caramel, By-product, Quality improvement, Product innovation

ABSTRAK

Galendo adalah pangan tradisional dari Ciamis yang merupakan produk samping pengolahan minyak kelapa. Galendo terbuat dari santan kelapa yang dipanaskan hingga terbentuk pemisahan antara minyak dan ampasnya (Anggraeni, 2012). Ampas diberi perlakuan pengepresan untuk menghasilkan galendo kemudian langsung dikemas dengan anyaman bambu. Galendo yang dihasilkan berwarna coklat gelap dengan aroma dan rasa yang khas serta berbentuk kotak padat. Kenampakannya yang tidak menarik membuat tingkat konsumsi galendo sangat rendah dan masalah penurunan mutu seperti ketengikan mudah terjadi. Oleh karena itu, inovasi diterapkan untuk memperbaiki penampilan serta mutu galendo dengan merubah bentuk galendo menjadi seperti lollipop dengan dilapisi karamel yang diberi nama G-POP sehingga menarik dan mudah untuk dikonsumsi. G-POP dikemas menggunakan plastik PP untuk mencegah kontak langsung dengan udara, sehingga tidak mudah terjadi ketengikan dan disertai design yang menarik untuk meningkatkan daya jual.

Kata kunci: Galendo, Karamel, Produk samping, Perbaikan mutu, Inovasi produk

PENDAHULUAN

Galendo merupakan makanan tradisional dari Ciamis yang merupakan produk samping dari pengolahan minyak kelapa. Galendo terbentuk dari proses pemanasan santan kelapa yang merupakan bahan dasar pembuatn minyak kelapa. Pemanasan akan menyebabkan pemisahan antara minyak dan ampas. Ampas tersebut dikurangi kadar minyaknya dengan pengepresan dan langsung dikemas dengan menggunakan anyaman bambu menjadi galendo. Pengolahan produk samping berupa galendo dijadikan sebagai sumber pendapatan lain bagi produsen minyak kelapa dan juga dapat dijadikan sebagai cara untuk mengurangi produksi limbah dari pengolahan minyak. Minimalisasi limbah berarti dapat ikut berkontribusi dalam penyelamatan lingkungan.

Arfah (2004) menyatakan pada hasil penelitiannya bahwa galendo mengandung sembilan asam amino esensial, yaitu lysin 1,17%, leusin 0,07%, isoleusin 1,14%, fenil alanin 1,39%, valin 1,73%, meteonin 0,35%, arganin, 4,96%, threonin 1,00%, dan histidin 1,01%. Hal tersebut membuktikan bahwa galendo masih memiliki kandungan gizi, yaitu asam amino esensial sehingga dapat menjadikan galendo sebagai komoditas yang berpotensi dijadikan sebagai pangan sumber protein esensial. Galendo dapat dijadikan alternatif pemenuhan gizi masyarakat, selain itu galendo mudah didapat dan murah sehingga masyarakat mudah mengonsumsinya.

Terlepas dari kandungan gizi galendo yang dapat dijadikan sumber konsumsi asam amino esensial, karakteristik fisik galendo kurang menarik serta pemasarannya tidak meluas sehingga pangan tradisional ini tidak banyak dikonsumsi. Warna galendo coklat tua yang merupakan akibat dari proses pemanasan santan kelapa. Rasa dari galendo gurih dengan tekstur yang padat, sedikit berpasir, serta berminyak dan beraroma galendo khas kelapa. Bentuk dari galendo adalah balok setelah dipadatkan. Permasalahan lain dari galendo adalah mudah mengalami ketengikan karena kandungan minyaknya. Ketengikan merupakan tanda kerusakan minyak akibat reaksi autooksidasi radikal asam lemak tidak jenuh dalam minyak (Winarno, 1991). Kemasan galendo yang biasanya hanya berupa anyaman bambu tidak dapat menghindarkan galendo dari kontak dengan udara yang menjadi pemicu reaksi autooksidasi ini, sehingga mutu galendo mudah turun akibat ketengikan. Perbaikan karakteristik fisik serta mutu galendo perlu dilakukan untuk meningkatkan tingkat konsumsinya. Modifikasi dapat diterapkan berupa pengemasan dengan bentuk yang menarik dan praktis serta menggunakan kemasan dengan permeabilitas rendah sehingga mencegah kontak galendo dengan udara. Solusi yang ditawarkan adalah dengan melakukan inovasi pada galendo, yaitu pembuatan Galendo Pop (G-Pop).

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan untuk pembuatan Galendo Pop (G-Pop) diantaranya adalah santan kelapa, susu dan gula. Pembuatan G-Pop diawali dengan pembuatan galendo dengan cara pemanasan santan kelapa hingga terjadi pemisahan antara minyak dan residu yang menggumpal membentuk galendo. Galendo yang dihasilkan masih bercampur dengan

minyak sehingga perlu dilakukan penyaringan untuk memisahkan minyak dengan galendo. Galendo dicetak, dipress untuk mengeluarkan sisa minyak menggunakan anyaman bambu. Proses selanjutnya adalah pembuatan karamel dengan bahan susu dan gula. Susu mula-mula dievaporasi terlebih dahulu sehingga volumenya berkurang setengah kemudian ditambahkan gula dan terus dipanaskan dengan api kecil hingga membentuk tekstur mengental. Galendo dibentuk bola kecil dan diberi tangkai kemudian dicelupkan ke dalam karamel lalu ditiriskan hingga karamel mengeras. Galendo dikemas dengan menggunakan plastik PP dan diikat dengan penambahan label yang berisi informasi terkait produk agar konsumen lebih percaya dan merasa aman dalam pengonsumsi produk.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Galendo

Galendo merupakan produk samping dari pengolahan minyak kelapa. Pembuatan galendo adalah dengan cara pemanasan santan kelapa hingga terjadi pemisahan antara minyak dan residu yang menggumpal membentuk galendo. Suhu tinggi menyebabkan proses koagulasi beberapa komponen, termasuk protein, sehingga terjadi pemisahan. Galendo yang dihasilkan masih bercampur dengan minyak sehingga perlu dilakukan penyaringan untuk memisahkan minyak dengan galendo. Galendo dicetak, dipress untuk mengeluarkan sisa minyak menggunakan anyaman bambu.

Warna galendo coklat tua yang merupakan akibat dari proses pemanasan santan kelapa. Rasa dari galendo gurih dengan tekstur yang padat, sedikit berpasir, serta berminyak. Tekstur berpasir ini disebabkan galendo terbuat dari serbuk ampas minyak kelapa yang dipadatkan. Aroma galendo khas kelapa, karena bahan baku utamanya adalah kelapa. Bentuk dari galendo adalah balok setelah dipadatkan.

Kandungan gizi galendo terbilang cukup baik. Berdasarkan penelitian Hamama (2008), galendo memiliki kandungan protein sebesar 42%, karbohidrat 45%, kadar air 2,9%, kadar abu 8,1%, logam berat tidak melebihi 1bpj, serta akrilamida 0,07%.

Karamelisasi

Karamel pada dasarnya adalah campuran dari beberapa bahan dan masing-masing memiliki peran signifikan pada formulasi produk dan karakteristik yang dihasilkan. Menurut Minifie (1989), umumnya karamel diproduksi dengan memanaskan campuran sirup glukosa, susu, dan lemak nabati pada suhu yang berkisar antara 118°C dan 130°C. Protein yang berasal dari susu memiliki peran utama dalam memodifikasi karakteristik fungsional permen karamel, sedangkan karbohidrat berkontribusi pada pembentukan tekstur produk akhir (Chung, Ruan, Chen, dan Wang, 1999; Morton et al, 2003 dalam Ahmed, 2006). Jumlah dan jenis gula akan mengontrol reaksi pencoklatan, sementara bahan berbasis lemak memberikan tekstur yang diinginkan, *mouthfeel* dan umur simpan. Selain itu, lemak telah digunakan sebagai pembawa rasa dan mengurangi kelengketan. (Bouzas, 1999 dalam Ahmed, 2006). Gula pereduksi yang utama pada karamel yaitu laktosa yang ada pada susu, glukosa, maltosa, dan fruktosa yang ada pada sirup glukosa dan gula invert. Semakin

banyak gula pereduksi yang ada di karamel, maka akan semakin kuat rasa dan warna yang dihasilkan. (Barra, 2004).

Proses pembuatan karamel mengikuti metode yang dijelaskan oleh Minfie (1989) dan Chung et al. (1999). Persiapan karamel dilakukan dengan melarutkan sukrosa dalam air pada suhu ruang di panci elektrik dan dipanaskan dengan menggunakan suhu rendah sampai gula larut. Bahan lainnya kemudian ditambahkan ke dalam panci dan aduk perlahan pada suhu 66°C dengan pengadukan terus-menerus untuk mencegah gosong dan pemanasan dilanjutkan selama 10 menit. Proses pemanasan dan pengadukan dengan peningkatan panas akan menyebabkan campuran mendidih secara merata. Suhu semakin meningkat hingga 120°C dan pemanasan dilanjutkan selama 20 menit untuk memperoleh karamelisasi maksimum. Seluruh bahan dicampur dengan pengadukan terus-menerus untuk beberapa menit kemudian diikuti dengan pemindahan menuju meja pendingin dengan suhu 50°C. Suhu pengolahan karamel dijaga antara 118- 122°C karena pada suhu tersebut gula akan membentuk gumpalan yang mulai mengeras namun tidak cukup kaku untuk dipatahkan sehingga masih bisa mengalir, serta pada suhu 110-115°C, reaksi Maillard yang berperan terhadap warna serta rasa karamel meningkat dan reaksi akan semakin cepat seiring dengan peningkatan suhu. Waktu merupakan faktor yang juga sangat penting karena semakin lama pencampuran antara protein susu dan gula temperatur pada suhu tertentu, maka perubahan yang terjadi pada warna dan rasa semakin signifikan.

Galendo Pop (G-Pop)

G-Pop adalah galendo dengan bentuk bola kecil yang dilapisi karamel serta diberi tangkai seperti lollipop. Pembentukan galendo menjadi bulat dengan tangkai seperti lollipop akan memudahkan dalam pengonsumsiannya. Bentuk tersebut menyesuaikan dengan gaya hidup masyarakat yang kini mengedepankan sisi praktis. Bentuk bola kecil yang dilapisi karamel menjaga galendo dari kerusakan secara fisik.

Pelapisan galendo dengan karamel diterapkan untuk menghindari galendo dari kontak langsung dengan udara serta memperbaiki rasa. Berdasarkan penelitian Roy Morgan di Australia, sekitar 7,2 juta (39%) penduduk berusia 14 tahun ke atas mengonsumsi permen karamel selama 4 minggu. Karamel merupakan salah satu produk konfeksionari. Orang-orang mengonsumsi konfeksionari yaitu terutama karena mereka ingin menikmati selera yang berbeda, tekstur dan warna (22%). Alasan ini diikuti oleh orang-orang yang ingin memanjakan dirinya hingga merasa bahagia (19%), dan karena mereka bosan dan ingin sesuatu untuk dikunyah untuk melewati tugas yang membosankan (17%) (Morgan, 2010). Alasan tersebut yang mendasari penggunaan karamel sebagai bahan pelapis galendo untuk produk Galendo Pop. Pelapisan dengan karamel juga dapat menambah nilai gizi produk. Gambar 1 menunjukkan kandungan nutrisi pada 100 gram karamel.

Nutrition Facts	
Serving Size 100 grams	
Amount Per Serving	
Calories 376	Calories from Fat 69
% Daily Value*	
Total Fat 8.1g	12%
Saturated Fat 2.5g	12%
Trans Fat 0g	
Cholesterol 7mg	2%
Sodium 245mg	10%
Potassium 214mg	6%
Total Carbohydrate 77g	26%
Dietary Fiber 0g	0%
Sugars 65.5g	
Protein 4.6g	9%
Vitamin A 1%	Vitamin C 1%
Calcium 14%	Iron 1%
Thiamin 7%	Riboflavin 15%
Vitamin B6 3%	Vitamin B12 5%
Niacin 1%	Magnesium 4%
Phosphorus 11%	Zinc 3%
Copper 1%	Pantothenic Acid 6%

Gambar 1. Kandungan gizi dalam 100 gram karamel (Sumber: fitbit.com)

Galendo Pop memiliki warna coklat muda mengkilap karena lapisan karamel di bagian luarnya. Penggunaan karamel dipilih karena karamel dapat memperbaiki citarasa produk pangan. Warna coklat terjadi akibat proses pemanasan yang menyebabkan terjadinya reaksi Maillard (Handayani, 2007). Aroma dan rasa Galendo Pop didominasi oleh rasa karamel yang khas dan sedikit gurih dari galendo. Aroma dan rasa khas karamel merupakan akibat dari sejumlah hasil fragmentasi dan dehidrasi gula, termasuk diasetil, asam asetat, asam format, dan mempunyai bau khas karamel yaitu asetil formalin (4 hidroksi 2,3,5 heksana trion) dan 4 hidroksi 25 dimetil -3 (2H) Furanon (deMan, 1997).

Galendo Pop menggunakan plastik jenis polipropilen (PP) tipis yang memiliki permeabilitas cukup rendah dan tidak kaku, sehingga dapat menghindari penyerapan air oleh produk dari udara dan menghindarkan produk dari proses autooksidasi sehingga masa simpan produk dapat lebih lama dan mutunya tetap terjaga (Herudiyanto, 2009). Label juga diberikan dalam bentuk tag pada tali yang mengikat kemasan, sehingga konsumen dapat mengetahui informasi mengenai produk. Label berisi informasi seperti nama produk, komposisi, tanggal kadaluarsa, dsb.

KESIMPULAN

Galendo pop merupakan produk modifikasi dari galendo yang merupakan pangan tradisional khas Ciamis. Galendo berbentuk bulat dengan tangkai seperti lolipop dengan dilapisi karamel sebagai pemberi citarasa serta melindungi galendo dari kontak dengan udara sehingga terhindar dari ketengikan yang dapat menurunkan mutu serta membuat masa simpan galendo singkat. Pengemasan Galendo Pop menggunakan plastik jenis polipropilen (PP) tipis yang mempunyai permeabilitas cukup rendah dan mudah dibentuk sehingga dapat menghindarkan produk dari kontak dengan udara, sehingga umur simpan lebih panjang. Kemasan didesai dengan menarik sehingga dapat menjadi daya tarik lebih bagi konsumen.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, J., Ramaswamy, H. S., & Pandey, P. K. 2006. Dynamic rheological and thermal characteristics of caramels. *LWT-Food Science and Technology*, 39(3), 216-224.
- Anonim. 2015. Nutritional Information, Diet Info and Calories in Caramel Candy. Available at: <http://www.fitbit.com/foods/caramel+candy/22986> (Diakses pada 30 September 2015)
- Anggraeni, F. 2012. Pembuatan Galendo. Available at www.academia.edu II_PEMBAHASAN_Fini_Anggraeni_12_328967_SA_16285_Pariwisata_UGM (diakses pada 6 September 2015).
- Arfah, R. 2004. Penentuan Asam Amino Esensial dalam Limbah Pembuatan Minyak Kelapa (Blondo). Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Barra, G. 2004. The Rheology of Caramel (Doctoral dissertation, University of Nottingham).
- Chung, M. S., Ruan, R. R., Chen, P. L., & Wang, X. 1999. Physical and chemical properties of caramel systems. *LWT-Food Science and Technology*, 32(3), 162-166.
- deMan, J. M. 2001. Kimia Makanan. Penerbit Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Hamama, N. 2008. Peningkatan Kualitas Galendo dengan Menurunkan Kandungan Minyak dalam Galendo. Fakultas Farmasi. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Handayani, E. 2007. Pembuatan Karamel dari Susu Sapi dan Karakteristik Fisik serta pHnya. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Herudiyanto, M. S., Ir., MS. 2009. Teknologi Pengemasan Pangan. Widya Padjadjaran. Jatinangor.
- Minifie, B. W. 1989. Chocolate, Cocoa, and Confectionery: Science and Technology. Aspen Publication, New York.
- Winarno, F. G. 1991. Kimia Pangan dan Gizi. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

MUTU FISIK *REHYDRATED* YOGHURT KERING BERPERISA BUAH SALAK

Physical Quality Of Rehydrated Dried-Yoghurt Fortified with Salak (Salacca Zalacca)

Rikyan Hanif Sarya, Anugrah Tamam Basroni, Desy Ayuningtias Rosady,
Ahmad N. Al-Baarri, Anang M. Legowo, Setya Budi Muhammad Abduh
Teknologi Pangan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro
Jalan Prof. Soedarto, Semarang, Indonesia

Email: Rikyanhanif@gmail.com

ABSTRACT

*This research has a purpose to evaluate the physical quality of rehydrated dried-yoghurt. The yoghurt was made from fresh milk, that is pasteurized at 72°C for 15 s and inoculated with 4% (v/v) *S. thermophilus* and *L. bulgaricus*, prior to incubation 4 hours at 38°C. CMC addition in concentration of 1%, and 2 % (m/v) was purposed as the treatment. Yoghurt is dried in cabinet dryer at 50°C for decrease the water content to 4%. 5 grams of dry yoghurt is rehydrated with 85ml aquadest for produce 100ml rehydrated Yoghurt. The quality test of BAL, viscosity, emulsion stability, and microstructure are showing a different result while the CMC concentration is increased. The values of emulsion stability of rehydrated yoghurt for 6 hours with 0%, 1%, and 2% CMC are 16%, 16% and 12%, then the microstructure in plain rehydrated yoghurt has a gap between the molecules and for the rehydrated yoghurt with Salak fruit extract has united structure between the molecules. Rehydrated yoghurt with fruit extract has a better physical characteristic than the plain rehydrated yoghurt (without the extract from the fruit).*

Keywords: Rehydrated Yoghurt, physical quality, salak fruit.

ABSTRAK

*Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi mutu fisik yoghurt kering yang telah mengalami rehidrasi (rehydrated yoghurt). Yoghurt dibuat dari susu sapi segar yang dipasteurisasi pada suhu 72°C selama 15 detik kemudian diinokulasi dengan *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* sebanyak 4 % (v/v), lalu diinkubasi pada suhu 38°C selama 4 jam. CMC ditambahkan sebagai perlakuan dengan kadar 0, 1, dan 2 % (m/v). Yoghurt dikeringkan dengan pengering kabinet pada suhu 50°C untuk menekan kadar air hingga mencapai 4%. Yoghurt kering sebanyak 5 gram direhidrasi dengan aquades 85 ml untuk mendapatkan rehydrated 100 ml. Uji mutu total BAL, viskositas, stabilitas emulsi, dan mikrostruktur menghasilkan data seiring peningkatan konsentrasi CMC sebagai berikut. Stabilitas emulsi rehydrated yoghurt selama 6 jam dengan penambahan CMC 0%, 1%, dan 2% masing - masing 16%, 16% dan 12%, dan mikrostruktur pada rehydrated yoghurt plain memiliki struktur yang memisah antar molekul sedangkan rehydrated yoghurt dengan ekstrak buah salak memiliki struktur yang menyatu antar molekul. Rehydrated yoghurt dengan penambahan ekstrak buah mempunyai karakteristik fisik lebih baik dibandingkan dengan rehydrated yoghurt tanpa penambahan ekstrak buah*

Kata kunci: Rehydrated yoghurt, mutu fisik, buah salak.

PENDAHULUAN

Yoghurt adalah salah satu produk olahan susu fermentasi yang mengandung probiotik tinggi tetapi yoghurt memiliki umur simpan yang relatif pendek. Salah satu alternatif untuk memperpanjang umur simpan yoghurt adalah dengan proses pengeringan. Yoghurt yang dikeringkan atau yoghurt bubuk sudah banyak diproduksi oleh beberapa Negara seperti Korea dan Jepang. Tetapi yoghurt bubuk di Indonesia belum diproduksi oleh karena itu perlu adanya upaya untuk membuat yoghurt bubuk sebagai diversifikasi pangan dan sebuah peluang baru dalam industri pangan. Selain sebagai peluang baru di bidang pangan, pembuatan yoghurt bubuk dapat memudahkan dalam distribusi.

Yoghurt merupakan salah satu pangan fungsional karena mengandung bakteri hidup sebagai probiotik. Menurut McLean (1993) yoghurt mengandung bakteri hidup sebagai probiotik yang menguntungkan bagi mikroflora dalam saluran pencernaan. Proses pengeringan yoghurt memiliki efek negatif, karena yoghurt mengandung bakteri hidup dan dapat menurunkan jumlah bakteri hidup akibat suhu tinggi. Oleh karena itu, untuk menjaga populasi bakteri probiotik pada yoghurt harus ada upaya untuk mempertahankan agar bakteri tersebut tetap hidup seperti penambahan oligosakarida yang terdapat pada berbagai macam buah. Dengan penambahan buah diketahui dapat menjaga dan mensupport dari probiotik yang ada pada yoghurt. Hal ini dimaksudkan untuk mengambat adanya penurunan jumlah bakteri hidup yang terjadi selama proses pengeringan. Penambahan CMC sebanyak 0%, 1%, dan 2% kedalam *rehydrated* yoghurt sebagai perlakuan bertujuan untuk mengetahui daya optimum yang dapat dilakukan CMC untuk meningkatkan kestabilan emulsi, viskositas, dan kelarutan pada *rehydrated* yoghurt.

Indonesia kaya akan produk buah, salah satu buah lokal Jawa Tengah adalah buah salak. Diversifikasi yoghurt dengan penambahan buah salak digunakan untuk menambahkan aroma dan perasa pada yoghurt. Selain itu, buah salak yang kaya akan oligosakarida digunakan untuk menjaga dan mensupport dari probiotik yoghurt. Menurut Supriyadi *et al.*, (2002) bahwa buah salak mengandung sukrosa, fruktosa, dan glukosa. Berdasarkan penelitian Setianto (2014) telah berhasil memanfaatkan buah salak untuk menjaga, meningkatkan populasi probiotik serta sebagai pemberi rasa dan aroma pada yoghurt drink tanpa mempengaruhi viskositas dan tekstur tetapi dapat menurunkan nilai pH. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan menggunakan ekstrak salak yang dicampurkan ke dalam yoghurt dengan tujuan untuk mempertahankan populasi probiotik akibat dari proses pengeringan.

Pembuatan yoghurt memanfaatkan bakteri asam laktat *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* untuk proses fermentasi. Penambahan starter bakteri ini bertanggung jawab atas pembentukan tekstur dan rasa pada yoghurt (Goff, 2003). Pembuatan yoghurt bubuk dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif untuk memperpanjang masa simpan yoghurt pada suhu ruang dan dapat mempermudah dalam distribusi, seperti yang diketahui bahwa yoghurt merupakan produk yang memiliki umur simpan pendek dan harus disimpan pada suhu ruang. Menurut Kumar dan Mishra (2004), umur simpan yoghurt pendek hanya berkisar 5 hari pada suhu 7°C dan bertahan 1 hari pada

suhu 25-30°C. Berdasarkan hal tersebut dilakukan penelitian yoghurt kering dengan penambahan ekstrak salak yang telah direhidrasi (*rehydrated* yoghurt) dengan penambahan CMC 0%, 1%, dan 2% terhadap viskositas, kestabilan dan mikrostuktur. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan viskositas, kestabilan, dan mikrostuktur *rehydrated* yoghurt dengan penambahan ekstrak buah salak pada proses pembuatannya. Penelitian ini bermanfaat untuk memberi informasi dan pengetahuan tentang viskositas, kestabilan, dan mikrostuktur *rehydrated* yoghurt.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan adalah susu segar yang dipasteurisasi, kultur starter (*L. Bulgaricus* dan *S. Thermophilus*), ekstrak buah salak, susu skim, dan CMC (*Carboxymethyle Cellulose*). Peralatan yang digunakan pada pembuatan yoghurt bubuk adalah autoclaf, inkubator, refrigador, termometer, pengering kabinet, pipet volume, gelas beker, aluminium foil, stirer, stopwatch, alat penepung, pipa Oswald, dan mikroskop.

Penelitian dilaksanakan pada bulan April – Agustus 2015 di Laboratori Rekayasa Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro dan Laboratorium Terpadu, Universitas Diponegoro, Semarang.

Pembuatan ekstrak buah

Ekstrak buah dibuat dengan cara buah salak dipisahkan dari kulit maupun bijinya, dimasukkan kedalam juicer untuk menjuicer untuk mendapatkan ekstrak buah, setelah itu, ekstrak buah dimasukkan kedalam tube. Ekstrak buah salak kemudian dimasukkan kedalam yoghurt yang telah dibuat sebanyak 4% dari volume yoghurt. Ekstrak buah siap digunakan (Al-Baarri dan Legowo, 2012).

Pembuatan Yoghurt

Starter pembuatan yoghurt menggunakan bakteri *L. Bulgaricus* dan *S. Thermophilus* dalam bentuk bubuk. Pembuatan yogurt dilakukan dengan menyiapkan susu segar, susu dipasteurisasi dengan suhu 72° C selama 15 menit untuk membunuh bakteri pembusuk sehingga tidak mengganggu perkembangan starter yogurt, susu pasteurisasi ditambahkan dengan 4% starter bakteri dan 4% ekstrak buah salak, kemudian inkubasi susu pada inkubator pada suhu 38° C selama 6 jam.

Pengeringan Yoghurt

Yogurt bubuk dibuat dengan menggunakan pengering kabinet, yogurt dikeringkan pada tempat yang mempunyai luas penampang yang lebar sehingga dapat mempersingkat waktu pengeringan. Pengeringan yogurt dilakukan pada suhu 50° C selama 24 jam, hingga mencapai kadar air 4%, setelah yogurt kering dilakukan penepungan menggunakan *miller* dengan kecepatan 8000 rpm selama 15 detik.

Rehidrasi Yogurt

Yoghurt bubuk yang telah memiliki tekstur halus kemudian direhidrasi menggunakan aquades. Rehidrasi dilakukan dengan 15 gram yoghurt bubuk ditambahkan 85 ml aquades sehingga mendapatkan 100 ml *rehydrated* yoghurt. Pada saat rehidrasi ini pula dilakukan penambahan CMC sebanyak 0%, 1%, dan 2%. Yoghurt yang telah direhidrasi dan diberi perlakuan penambahan CMC yang berbeda dilakukan pengujian variabel yaitu viskositas, kestabilan emulsi, dan mikrostruktur.

Prosedur Pengujian *Microstructure*

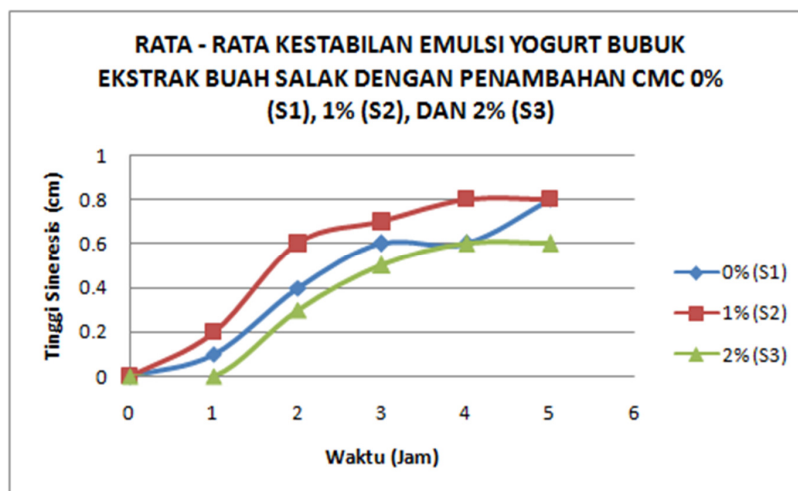
Pengujian *microstructure* bertujuan untuk melihat dan mengambil gambar structure tampilan pada butiran yogurt bubuk, metode pengujian dilakukan dengan meletakkan bubuk yogurt pada kaca preparat dan melihat struktur bubuk yogurt dengan perbesaran 40 kali.

Prosedur Pengujian Kestabilan Emulsi

Kestabilan emulsi dilakukan dengan menghitung jumlah sineresis yang terjadi selama 5 jam. Pengamatan dilakukan setiap jam dan dihitung tinggi yang memisah dari dua fase tersebut. Jumlah sineresis dihitung dengan menggunakan penggaris dengan satuan "cm". Kestabilan emulsi pada *rehydrated* yoghurt dikatakan baik apabila waktu pemisahan dan jumlah sineresis berbanding terbalik, semakin lama waktu yang diperlukan, tinggi yang dihasilkan sedikit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kestabilan Emulsi

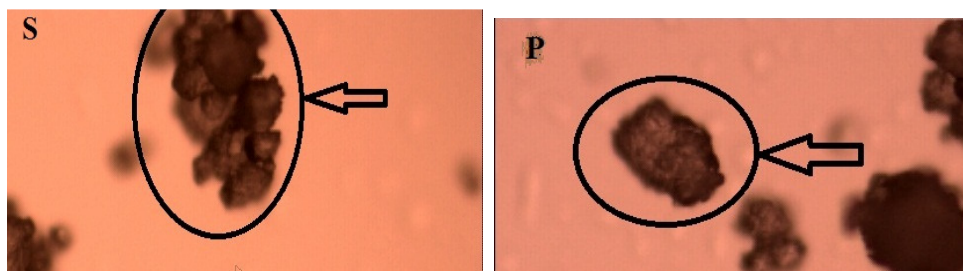


Gambar 1. Grafik Rata-rata Nilai Kestabilan Emulsi Yogurt Bubuk Ekstrak Buah Salak dengan Penambahan CMC 0% (S1), 1% (S2), 2% (S3).

Kestabilan emulsi pada *rehydrated yoghurt* dengan penambahan CMC 0% (S1), 1% (S2), dan 2% (S3) terjadi peningkatan setiap jam-nya yang dilakukan selama 5 jam, dan perlakuan dengan penambahan CMC 2% (S3) didapatkan jumlah sineresis yang paling

rendah. Penambahan CMC 0% (S1) didapatkan jumlah sineresis sebanyak 16%, penambahan CMC 1% (S2) jumlah sineresis yang dihasilkan adalah 16%, sedangkan penambahan CMC 2% (S3) jumlah sineresis yang dihasilkan adalah 12%. Hal ini membuktikan bahwa penambahan CMC mampu mempertahankan dan memperbaiki konsistensi serta kestabilan emulsi. Menurut Rozi et al. (2013) Sineresis memberikan gambaran dari kemampuan gel atau pasta (yoghurt) dalam memerangkap air dan menunjukkan stabilitas dari gel atau pasta tersebut. Rehydrated yoghurt dapat meningkatkan sineresis karena yoghurt memiliki pH yang rendah. Hal ini sependapat dengan Rozi et al. (2013) bahwa keasaman yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya peningkatan sineresis, karena asam akan menyebabkan terjadinya hidrolisis pada ikatan antara air dan keragenan. Menurut Sawitri et al. (2008) faktor-faktor yang mempengaruhi sineresis yoghurt, antara lain adalah keasaman, pH, dan daya ikat air. Sineresis yoghurt juga dipengaruhi oleh kandungan protein bahan baku dan bahan tambahan.

Mikrostruktur



Gambar 2. Foto mikroskop butiran yogurt bubuk salak (S), dan yogurt bubuk plain (P) menggunakan mikroskop cahaya.

Pengamatan mikrostruktur yogurt bubuk adalah pengamatan yang dilakukan dengan menggunakan mikroskop cahaya model CX22RFS1 yang terkoneksi dengan kamera MShoot seri MD-50 dengan perbesaran 40 kali untuk melihat gambaran komponen dari yoghurt bubuk secara mikroskopik. Pada penambahan ekstrak buah salak (S) pada yoghurt bubuk struktur molekul bubuk yang menyatu sementara yoghurt bubuk tanpa penambahan ekstrak buah salak (P) memisah antara molekul. Mikrostruktur pada yoghurt bubuk tanpa penambahan ekstrak buah salak mempunyai permukaan yang lebih halus dan bulat sedangkan yoghurt dengan penambahan ekstrak buah salak memiliki bentuk yang tidak jauh berbeda hanya saja struktur bubuk yogurt dengan penambahan buah salak menempel antar satu dengan yang lain. Kemudian terdapat perbedaan warna akibatnya reaksi maillard yang terjadi karena adanya gula reduksi dari buah salak. Hal ini sependapat dengan Cano-Chacua *et al.*, (2005) bahwa bentuk dari susu bubuk adalah berbentuk bulat dan halus, semakin halus partikel bubuk berpengaruh terhadap tingginya porositas sehingga memperbaiki kelarutan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan kesimpulan bahwa penambahan CMC pada rehydrated yoghurt memberikan pengaruh terhadap viskositas, kestabilan emulsi, dan mikrostruktur. Perlakuan penambahan CMC 2% memberikan hasil yang paling optimum dalam kelarutan dan kestabilan emulsi *rehydrated yoghurt*. Sineresis disebabkan karena nilai pH yang rendah serta daya ikat air tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Ahmad Nimatullah Al-Baarri, PhD dan Professor Anang Mohamad Legowo selaku tim pelaksana utama penelitian ini, serta penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Setya Budi M. Abduh S.Pt. M.Sc., Bhakti Etza Setiani S.Pt. M.Sc., Dr. Yoyok Budi Pramono S.Pt. M.Sc., dan Yoga Pratama S.Tp. M.Sc. atas bantuan arahan dan dukungan untuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Baarri, A.N. dan A.M. legowo. 2012. Aplikasi Teknologi Lactoperoxidase Sepharose Membrane Sebagai Metode Pengawetan Susu Segar yang Murah dan Aman. (Hasil penelitian tidak dipublikasikan).
- Cano-Chacua. M., P. C. Stringheta., A. M. Ramos., J. Cal-Vidal. 2005. Effect of the Carries on the Microstructure of Manggo Powder Obtained by Spray Drying and its Fungtional Characterization. *Innovative Food Science and Emerging Technologist*. 6(6): 420-428.
- Goff, D. 2003. *Yoghurt, Dairy Science, and Techonology*. University Ofguelph Canada.
- Kumar, P. and H.N. Mishra. 2004. Yoghurt Powder-A Review of Process Technology, Storage, and Utilization. *Food and Bioproducts Processing*. 82(C2): 133-142.
- McLean, V.A. 1983. Yoghurt and You Nutritional Value of Yoghurt. The National Yoghurt Association.
- Rozi, A.F., L.E. Radiati, dan D. Rosyidi. 2013. Pengaruh Lama Simpan Yogurt *Drink* Pada Suhu *Refrigerator* Terhadap Nilai pH, Viskositas, Sineresis Dan *Total Plate Count* (Tpc). Laporan Penelitian. Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya Malang.
- Sawitri, M.E., A. Manab dan T.W.L. Palupi. 2008. Kajian Penambahan Gelatin Terhadap Keasaman, pH, Daya Ikat Air dan Sineresis Yoghurt. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*. 3 (1) : 35-42.
- Supriyadi, Suhardi, M. Suzuki, K. Yoshida, T. muto, A. Fujita, dan N. Watanabe. 2002. Changes in the volatile compounds and in the chemical and physical properties of snake fruit (Reinw) Cv. Pondoh during maturation. *Agric Chem*. 50 : 7627-7633.
- Setianto, Y.C., Y.B. Pramono dan S. Mulyani. 2014. Nilai PH, Viskositas, dan Tekstur Yoghurt Drink dengan Penambahan Ekstrak Salak Pondoh (Salacca zalacca). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 3 (3) : 110-113

Supriyadi, Suhardi, M. Suzuki, K. Yoshida, T. Muto, A. Fujita, dan N. Watanabe. 2002. Changes in the volatile compounds and in the chemical and physical properties of snake fruit (Reinw) Cv. Pondoh during maturation. Agric Chem. 50 : 7627-7633.

PEMANFAATAN PATI UMBI GANYONG SEBAGAI PENGGANTI RUMPUT LAUT DALAM PEMBUATAN AGAR-AGAR

Application of Umbi Ganyong Starch in Making of High Nutrition Agar-agar

Restyana Yusran

Program Studi Teknologi Pangan, Departemen Teknologi Industri Pangan, Fakultas Teknologi Industri Pangan, Universitas Padjadjaran
Jl. Raya Bandung Sumedang Km. 21, Jatinangor, Indonesia

Email: Restyanayusran@gmail.com

ABSTRACT

Umbi ganyong have been known to have a variety of potential local food to be processed further for its above 80% carbohydrate content. One of the products that can be made from processed umbi ganyong is agar-agar. Agar-agar from ganyong starch is claimed to have a higher nutrient content of phosphorus and calcium consequences that surpass other agar-agar, besides that, starch extraction methods in Ganyong are not as hard as the extraction of agar-agar from seaweed. General characteristics of agar-agar pati ganyong namely the clear appearance (clear), no taste and not flavorful. Yellow color on the agar-agar pati ganyong can be caused by phenol compounds in umbi ganyong starch who extracted along with the starch. while the bad aroma and the bad taste of agar-agar pati ganyong can be due to the oxidation of oils in the ingredients.

Keywords: agar-agar, Pati Ganyong, seaweed, characteristics

ABSTRAK

Umbi ganyong telah diketahui memiliki berbagai potensi sebagai pangan lokal untuk diolah lebih lanjut dengan kandungan karbohidratnya yang diatas 80%. Salah satu produk olahan yang dapat dibuat dari umbi ganyong adalah agar-agar. Agar-agar dari pati ganyong dinilai memiliki nutrisi yang lebih tinggi akibat kandungan fosfor dan kalsiumnya yang lebih besar dibanding agar-agar lain, selain itu metode ekstraksi pati ganyong tidak sesulit ekstraksi agar-agar dari rumput laut. Karakteristik umum dari agar-agar pati ganyong yaitu penampakan yang jernih (clear), tidak berasa dan tidak beraroma. Warna kuning pada agar-agar dapat disebabkan oleh ikut terekstraknya senyawa fenol pada pati ganyong, sedangkan aroma dan rasa yang tidak enak dikarenakan oksidasi minyak di dalam bahan.

Kata kunci: agar-agar, Pati Ganyong, Rumput Laut, Karakteristik

PENDAHULUAN

Agar merupakan kompleks polisakarida linear yang mempunyai berat molekul 120.000 dalton, tersusun dari beberapa jenis polisakarida, antara lain: 3,6-anhidro-L-galaktosa, D-galaktopiranosida dan sejumlah kecil metil D-galaktosa (Glicksman 1983 dalam Rosulva 2008), tidak larut dalam air dingin, tetapi larut dalam air panas dengan membentuk gel. Agar-agar diekstraksi dari ganggang laut yang berasal dari kelompok Rhodophyceae, seperti *Gracilaria* dan *Gelidium* (Chapman and Chapman, 1980 dalam Distantina dkk, 2008). Agar-agar mengandung agarose yang merupakan polisakarida netral (tidak bermuatan) dan agaropektin yang merupakan polisakarida bermuatan sulfat (Araki 1966 dalam Istini S dkk. 2001). Agar-agar sebenarnya adalah karbohidrat dengan berat molekul tinggi yang mengisi dinding sel rumput laut. Ia tergolong kelompok pektin dan merupakan suatu polimer yang tersusun dari monomer galaktosa (Anonim 2006 Rosulva, 2008).

Kebutuhan agar-agar di dalam negeri terus meningkat, namun kebutuhan tersebut dipenuhi lewat impor agar-agar yang menyebabkan ketergantungan dengan negara pengimpor agar-agar tersebut. Sulitnya produksi agar-agar dari rumput laut Indonesia dipengaruhi juga oleh faktor sulitnya ekstraksi agar-agar dari rumput laut. Kesulitan utama dalam ekstraksi agar-agar dari rumput laut adalah penghilangan senyawa sulfat. Kadar sulfat di dalam agar-agar sangat mempengaruhi gel strength, karena sifat sulfat sangat hidrofilik sehingga dengan banyaknya kadar sulfat dalam agar-agar akan menurunkan kekuatan gel agar-agar (Distantina, 2008). Industri produksi agar-agar di Indonesia menggunakan metode ekstraksi rumput laut dengan pelarut asam pada suhu tinggi (Anggadiredja dkk., 2002). Agar-agar merupakan suatu sistem koloid polisakarida. Polisakarida sangat mudah terhidrolisis menjadi monosakarida dalam suasana asam, karena larutan asam bersifat katalisator sehingga menurunkan kekuatan gelnya.

Keasaman (pH) sangat mempengaruhi kekuatan gel agar-agar, pH semakin menurun kekuatan gel agar-agar semakin lemah sampai dengan pH 2,5. Kandungan gula menghasilkan gel yang lebih keras tetapi menghasilkan tekstur yang kurang kohesif (Glicksman 1983 dalam Rosulva 2008). Agar-agar berkualitas tinggi dihasilkan dari rumput laut *Gelidium* karena tingginya kekuatan gel dan rendahnya kandungan sulfat (Sharon dan Komarow 1999).

Gel adalah sistem dua komponen berbentuk setengah padat yang banyak mengandung air. Zat pembentuk gel tidak larut sempurna atau membentuk agregat yang dapat membiaskan cahaya maka sistem ini dapat bersifat jernih atau keruh. Gel dapat juga dicapai lewat proses gelatinisasi pada pati.

Pengembangan pangan lokal berbasis umbi-umbian memiliki nilai strategis guna mendukung program diversifikasi pangan dan meningkatkan skor Pola Pangan Harapan (PPH). Indonesia memiliki potensi umbi-umbian sebagai sumber karbohidrat sekaligus bahan baku tepung lokal. Ada lebih dari 30 jenis umbi-umbian yang biasa ditanam di Indonesia. Salah satu jenis umbi yang berpotensi adalah ganyong. Menurut Perez dkk. (1997) dalam Harmayani dkk (2011), ganyong berpotensi sebagai sumber karbohidrat dengan total karbohidrat mencapai 93,79 % berat kering. Umbi ganyong umumnya

digunakan untuk produksi pati. Ganyong (*Canna edulis* Kerr) sendiri merupakan tanaman herba yang berasal dari Amerika Selatan. Tanaman ganyong (*Canna edulis*) sebagai umbi-umbian lokal yang belum dimanfaatkan secara optimal ternyata memiliki keunggulan dalam hal jumlah bagian umbi yang dapat dimakan sebanyak 68% dengan kandungan serat dan mineral yang lebih tinggi dibanding umbi-umbian lain (Nio, 1992). Hasil penelitian menunjukkan sampel pati ganyong memiliki kadar total pati 93,30 % (db), kadar amilosa 42,49 % (db) dan kadar amilopektin sebesar 50,90 % (db). Protein, lemak, abu, serat kasar, dan gula reduksi merupakan komponen minor (Harmayani dkk., 2011). Kadar Amilosa Ganyong dinilai paling tinggi dibanding umbi yang lain, dimana umbi pada umumnya paling besar kadar amilosa di angka 30%. Amilosa sangat berpengaruh terhadap kekuatan gel untuk mengikat air dalam proses gelatinisasi.

Penggunaan pati pada umbi ganyong dapat dijadikan alternatif bahan baku pembuatan agar-agar akibat sifat gelatinisasi patinya. Pada artikel ilmiah ini akan membahas pembuatan dan karakteristik agar-agar dari pati ganyong (*Canna edulis* Kerr). Hal penting dalam pembuatan agar-agar adalah proses gelatinisasi dari pati umbi ganyong sehingga dapat diperoleh karakteristik koloid yang mendekati sifat koloid gel dari agar-agar rumput laut.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan untuk pembuatan agar-agar pati ganyong ini antara lain air, umbi ganyong, dan gula yang diambil dari pasar tradisional dan toserba lokal. Pembuatan agar-agar pati ganyong dimulai dengan pembuatan tepung pati ganyong dengan metode yang diambil dari pembuatan tepung pati ganyong oleh Koswara (2013). Tepung pati ganyong dibuat dengan terlebih dahulu melakukan pencucian, pembuangan serat akarnya, dan pengupasan pada umbi ganyong. Setelah bersih, umbi diparut menggunakan mesin parut, kemudian hasil parutan atau tumbukan ganyong dicampur dengan air dan diremas-remas sehingga menjadi masak serupa bubur. Peremasan ini bertujuan agar pati ganyong dapat terpisah. Bubur pati tersebut dimasukan dalam kain penyaringan lalu diperas sambil sekaligus disaring, sehingga ampas akan tertinggal dalam kain dan air yang bercampur pati akan lolos. Ampas yang tertinggal tersebut dicampur air lagi seperti di atas lalu disaring lagi. Begitu selanjutnya sampai hasil penyaringan kelihatan jernih, tanda bahwa pati telah terperas maksimal. Cairan hasil perasan yang berupa suspensi ini dibiarkan dan diendapkan selama satu malam atau kurang lebih 12 jam di dalam bak. Bila air dalam bak endapan telah bening merupakan tanda pati telah mengendap. Ambil endapan tersebut dengan menghilangkan airnya. Endapan yang telah diperoleh dianginkan dulu sehingga airnya berkurang, lalu letakkan pada nampan atau alas tertentu dan dijemur pada panas matahari langsung. Selama dijemur, tepung dibolak balik dan diremasremas agar cepat kering dan tidak bergumpal. Bila sudah kering dan ternyata tepung bergumpal, maka tepung perlu ditumbuk lagi sehingga menghasilkan tepung halus. Tepung pati tersebut selanjutnya dapat diayak sehingga diperoleh keseragaman ukuran butiran tepung pati ganyong pada tingkat mesh tertentu. Siapkan air mendidih kemudian masukkan pati ganyong dan gula lalu aduk

perlahan-lahan. Gula akan memberikan rasa manis juga membantu penyebaran pati dan proses gelatinisasinya. Setelah larut seluruhnya, angin-anginkan larutan panas tersebut selama 5 menit, lalu dilakukan pencetakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pati merupakan karbohidrat yang terdiri dari glukosa dalam jumlah besar dan digabungkan oleh ikatan glikosidik. Pati terdiri dari dua jenis polisakarida, yakni amilosa dan amilopektin. Perbandingan amilosa dan amilopektin tersebut mempengaruhi sifat kelarutan dan derajat gelatinisasi pati. Semakin besar kandungan amilopektin maka pati akan lebih basah, lengket dan cenderung sedikit menyerap air. Sebaliknya semakin besar kandungan amilosa maka pati akan bersifat lebih kering, kurang lekat dan cenderung menyerap air lebih banyak.

Berdasarkan hasil analisis Harmayani dkk (2011), kadar pati ganyong tidak mencapai 100 %, melainkan sebesar 93,30 % (db). Pati yang diperoleh dari ekstraksi umbi ganyong masih mengandung komponen lain yang bukan pati, seperti gula, serat, lemak, protein dan mineral dalam jumlah relatif kecil. Kadar amilosa pati ganyong adalah 42,40 %, sedangkan kadar amilopektinnya adalah 50,90 %.

Kekuatan Gel

Menurut Santacruz (2004), tipikal pati normal memiliki kadar amilosa pada kisaran 25%. Dengan demikian, dapat dikatakan pati ganyong tergolong pati berkadar amilosa tinggi. Kadar amilosa yang tinggi merupakan keunggulan pati ganyong. Menurut Blennow (2004), besarnya kemampuan membentuk gel dan kecenderungan untuk retrogradasi menjadikan pati berkadar amilosa tinggi cocok untuk produk-produk yang dikehendaki bertekstur kenyal. Pati dengan kadar amilosa tinggi juga berfungsi sebagai substitusi parsial gelatin. Kekokohan gel yang terbentuk dari pati beramilosa tinggi dibutuhkan misalnya untuk puding dan cendol (Harmayani dkk, 2011).

Amilosa adalah komponen utama dalam pati yang berperan dalam peristiwa gelatinasi yaitu dengan pengelompokan molekul-molekul pati melalui pembentukan ikatan-ikatan hidrogen pada gugus hidroksil intermolekuler antar rantai molekul amilosa. Sedangkan amilopektin sebaliknya, dapat menghalangi terjadinya gelatinasi karena adanya percabangan dalam molekulnya yang dapat mencegah pengelompokan tersebut. Semakin tinggi kadar amilosa maka viskositas maksimum pati akan semakin tinggi sehingga semakin mudah produk mengalami retrogradasi. Kadar amilopektin juga berpengaruh pada karakteristik produk. Adanya kemampuan pembentukan gel dari sifat pati melalui proses gelatinasinya dan bentukan daya lengket yang kuat dari tingginya kadar amilopektin merupakan potensi dalam pembentukan sifat kekenyalan (Ekafitri dkk., 2011).

Warna dan Kenampakan

Gel dari pasta pati ganyong memiliki warna dan kenampakan yang lebih jernih (*clear*), sedangkan gelatinisasi pati dari tepung beras akan menghasilkan gel yang *opaque* (Harmayani dkk, 2011).

Produk pati ganyong yang digunakan dapat berwarna sedikit kuning, yang akan mempengaruhi warna hasil akhir agar-agar menjadi kekuningan. Menurut Tri (2009), Kemungkinan penyebab warna kuning adalah akibat proses penghilangan lendir pada tahap awal proses pembuatan pati kurang maksimal sehingga senyawa fenol dalam lendir masih ikut terbawa pada tahapan selanjutnya.

Derajat putih tepung dipengaruhi oleh senyawa fenol dan aktivitas enzim fenolase atau polifenol oksidase (PPO), pigmen dalam umbi, gum dan lendir pada lapisan luar/di dalam jaringan umbi yang dapat membawa kotoran sehingga memberikan kenampakan yang lebih buruk atau derajat putih jelek (BKP dan FTP UNEJ, 2001 dalam Tri, 2009).

Aroma dan Rasa

Agar-agar pati ganyong tidak beraroma dan tidak berasa, namun aroma dan rasa agar-agar dapat menjadi tidak disukai akibat oksidasi senyawa lemak di pati ganyong. Aroma dibentuk oleh senyawa volatile, protein dan lemak dalam bahan pangan yang menguap ketika diberikan perlakuan pemanasan. Dan sifat senyawa tersebut tidak larut air. Adanya lemak akan menyebabkan oksidasi yang menimbulkan pembentukan rasa dan aroma yang tidak menyenangkan. Demikian pula dengan adanya kadar protein yang tinggi akan menimbulkan aroma yang kurang sedap (BKP dan FTP UNEJ, 2002).

Pati ganyong mengandung kadar protein dibawah 1% dan kadar lemaknya tinggi yaitu 6,43%. Inilah penyebab munculnya aroma khas yang relatif tajam pada produk pati ganyong dalam keadaan segar. Dengan demikian jenis pati ini memiliki aroma yang tidak netral. keberadaan kadar lemak yang tinggi dalam pati ganyong juga mempunyai dampak yang kurang menguntungkan diantaranya mengakibatkan oksidasi lemak sehingga merubah rasa pati menjadi tidak menyenangkan (Tri, 2009)

Kandungan Kimia

Tabel 1. Kandungan Gizi Tepung Pati Ganyong per 100 gram

No.	Kandungan Gizi	Jumlah
1.	Energi (kal)	-
2.	Protein (g)	0,70
3.	Lemak (g)	0,20
4.	Karbohidrat (g)	85,20
5.	Kalsium (mg)	8
6.	Fosfor (mg)	22,00
7.	Besi (mg)	1,50
8.	Vitamin B1(mg)	0,40
9.	Vitamin C(mg)	0,00
10.	Air (g)	14
11.	Bdd (%)	100%
12.	Serat (g)	2,20 ⁺

Sumber : Ratnaningsih dkk (2010)

Agar-agar yang bermutu baik memiliki komposisi kimia sebagai berikut: 16-20 persen air, 2,3-5,9 persen protein, 0,3-0,5 persen lemak, 67,8-76,1 persen karbohidrat, 0,9-2,1 persen serat, serta 3,4-3,6 persen abu (Astawan, 2009).

Agar agar dari umbi ganyong memiliki kelebihan dibandingkan dengan agar agar dari rumput laut. Kelebihan tersebut antara lain dari cara membuatnya yang jauh lebih sederhana dari pada membuat agaragar dari rumput laut yang harus dibuat didalam pabrik. Kelebihan yang lainnya adalah agar agar ubi ganyong memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi, terutama kandungan fosfor dan kalsiumnya. Fosfor dan kalsium sangat diperlukan oleh balita dalam pembentukan tulang dan gigi (Margono, suryati dan hartinah,1993 dalam Harry, 2013).

KESIMPULAN

Pembuatan agar-agar dari pati ganyong lebih sederhana karena hanya berupa metode ekstraksi biasa menggunakan air, berbeda dengan ekstraksi agar-agar dari rumput laut yang memerlukan proses penghilangan senyawa sulfat di dalamnya. Pati umbi ganyong memiliki tekstur gel yang lebih kokoh daripada gel lainnya dikarenakan komposisi amilosa yang tinggi yaitu 42,40%. Karakteristik umum dari agar-agar pati ganyong yaitu penampakan yang jernih (clear), tidak berasa dan tidak beraroma. Warna kuning pada agar-agar dapat disebabkan oleh ikut terekstraknya senyawa fenol pada pati ganyong, sedangkan aroma dan rasa yang tidak enak dikarenakan oksidasi minyak di dalam bahan. Nutrisi agar-agar dari pati ganyong lebih baik dari agar-agar pada umumnya karena memiliki kandungan fosfor dan kalsium yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Astawan, Made. 2009. Panduan Karbohidrat Terlengkap. Jakarta: Dian Rakyat
- BKP Propinsi Jawa Timur dan FTP-UNEJ. 2001. Kajian Tepung Umbi-umbian Lokal sebagai Pangan Olahan. Jember. UNEJ.
- Blennow, A. 2004. Starch bioenginerring. Dalam:Elliason, A.C. Starch in Food. Structure, Function and Application. Woodhead Publishing Limited, Cambridge
- Chapman, V.J., and Chapman, C.J., 1980. Seaweed and Their Uses , 3rd ed., pp. 148 – 193, Chapman and Hall Ltd., London
- Damar, Dimas A.K. 2011. Pengaruh Regelatinisasi dan Modifikasi Hidrotermal terhadap Sifat Fisik pada Pembuatan Edible Film dari Pati Kacang Merah (*Vigna angularis* sp.) (tesis). Program Magister Teknik Kimia. Universitas Dipenogoro. Semarang
- Distantina,Sperisa., Devinta Rachmawati Anggraeni dan Lidya Eka Fitri. 2008. Pengaruh Konsentrasi dan Jenis Larutan Perendaman terhadap Kecepatan Ekstraksi dan Sifat Gel Agar-agar dari Rumput Laut *Gracilaria verrucosa*. Jurnal Rekayasa Proses, Vol 2, No. 1. Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret. Surakarta, indonesia,
- Ekafitri, R., Kumalasari, R. dan Indrianti, N. 2011. Karakterisasi tepung jagung dan tapioka serta mie instan jagung yang dihasilkan. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi – IV Tanggal 29-30 November 2011. Bandar Lampung.

- Harmayani, Eni., Agnes Murdiati, dan Griyaningsih. 2011. Karakterisasi Pati Ganyong dan Pemanfaatannya sebagai Bahan Pembuatan Cookies dan Cendol. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Gadjah Mada.
- Istini S, Abraham S, dan Zalnika A. 2001. Proses Pemurnian Agar dari *Gracilaria* sp. Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia.
- Koswara, Sutrisno. 2013. Pengolahan Umbi Ganyong. Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan dan Seafast Center LPPM IPB. Institut Pertanian Bogor
- Nio, Oey Kam. 1992. Daftar Komposisi Bahan Makanan Departemen Kesehatan RI. Jakarta: Bhatara
- Rosulva, Indah. 2008. Pembuatan Agar Bakto dari Rumput Laut *Gelidium* sp. dengan Khitosan sebagai Absorben (skripsi). Program Sarjana Perikanan. institut Pertanian Bogor.
- Santacruz, S. 2004. Characterisation of starches isolated from *Arracacha xanthorrhiza*, *Canna edulis* and *Oxalis tuberosa* and extracted from potato leaf. Agraria 486
- Sharon C dan Komarow W. 1999. *Gelidium*. www.mbari.org
- Tri, Lucia P. 2009. Pemanfaatan Pati Ganyong (*Canna Edulis*) pada Pembuatan Mie Segar sebagai Upaya Penganekaragaman Pangan non-Beras.

APLIKASI UBI JALAR UNGU PADA ES KRIM DITINJAU DARI SIFAT FISIK, SENSORI, DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN SELAMA PENYIMPANAN

The Application of Purple Sweet Potato on Ice Cream Based on Physical Properties, Sensory Evaluation, and Antioxidant Activity During Storage

Yohanes Anggara Dwiatmoko^a, Ch. Retnaningsih^b, Laksmi Hartayanie^b

^a Mahasiswa Prodi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Katolik Soegijapranata
Jl. Pawiyatan Luhur IV/1 Bendan Duwur, Semarang, Indonesia

^b Dosen Prodi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Katolik Soegijapranata
Jl. Pawiyatan Luhur IV/1 Bendan Duwur, Semarang, Indonesia

*Email: yohanes_anggara@yahoo.co.id

ABSTRACT

Ice Cream is the one of processed milk that be delighted by people because it has good taste. At this time, people tend to choose consume healthy food product. The way to improve functional value of ice cream is add purple sweet potato that contains anthocyanin that make it as the one of antioxidant source and good natural colorant. The purpose of this study was to know the effect of purple sweet potato into ice cream based on physical characteristic, sensory evaluation, and antioxidant activity during storage. Parameter that used in this research is overrun, viscosity, melting rate, hardness, color stability, pH, antioxidant activit, and sensory evaluation. Based on result, the addition of purple sweet potato on ice cream caused increasing in viscosity, hardness, antioxidant activity, and then decreasing in overrun and melting rate which caused time to melt was longer. The addition of purple sweet potato also caused decreasing in lightness (L) and b* value (ice cream is bluish), increasing in a* value (ice cream is reddish). Purple sweet potato ice cream that be stored during 4 weeks was increased in hardness, decreased in viscosity, antioxidant activity, and melting rate which caused time to melt was longer. The change of L*, a*, and b* values during storage was not too significant. Based on hedonic rating test, ice cream with 10% purple sweet potato has the highest score of panelist acceptance. During 4 weeks, ice cream with 10% purple sweet potato was decreased in panelist acceptance scores on all attributes.*

Keywords: ice cream, sweet potato, antioxidant.

ABSTRAK

Es krim merupakan salah satu hasil olahan susu yang digemari oleh masyarakat karena rasanya yang enak. Pada saat ini masyarakat cenderung memilih mengkonsumsi produk yang berlabel healthy food. Salah satu cara untuk meningkatkan nilai fungsional es krim adalah dengan menambahkan ubi jalar ungu. Ubi jalar ungu sendiri mengandung pigmen antosianin yang menjadikannya sebagai salah satu sumber antioksidan dan pewarna alami yang baik. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan ubi jalar ungu ke dalam es krim yang ditinjau dari karakteristik fisik, sensori, dan aktivitas antioksidan selama penyimpanan. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah overrun, viskositas, melting rate, hardness, kestabilan warna, pH, aktivitas antioksidan, dan evaluasi sensori. Berdasarkan hasil penelitian, semakin banyak penambahan ubi jalar ungu dalam es krim menyebabkan peningkatan viskositas, hardness, dan aktivitas antioksidan. Selain itu juga terjadi penurunan overrun dan laju pelelehan yang menyebabkan waktu pelelehan semakin lama. Penambahan ubi jalar ungu juga menyebabkan penurunan tingkat kecerahan (L), peningkatan*

nilai a^* (es krim semakin berwarna merah), menurunkan nilai b^* (es krim semakin berwarna biru). Es krim ubi jalar ungu yang disimpan selama 4 minggu mengalami peningkatan nilai *hardness*, penurunan viskositas, aktivitas antioksidan, dan laju pelelehan, sehingga menyebabkan waktu pelelehan es krim menjadi semakin lama. Perubahan nilai L^* , a^* , dan b^* selama penyimpanan tidak terlalu signifikan. Berdasarkan uji rating *hedonic*, es krim yang memiliki skor penerimaan panelis tertinggi adalah es krim ubi jalar ungu 10%. Selama 4 minggu penyimpanan, es krim ubi jalar ungu 10% mengalami penurunan skor penerimaan panelis pada semua atribut.

Kata kunci: es krim, ubi jalar, antioksidan.

PENDAHULUAN

Ubi jalar (*Ipomoea batatas*) merupakan salah satu tanaman pangan yang dapat tumbuh dan berkembang di seluruh Indonesia. Produksi ubi jalar selama kurun waktu 5 tahun ini cenderung meningkat rata-rata 6,78 % per tahun dari 1.881.761 ton pada tahun 2008 menjadi 2.438.076 ton pada tahun 2012 (Direktorat Jenderal Tanaman Pangan Kementerian Pertanian, 2013). Walaupun begitu tingkat konsumsi masyarakat Indonesia terhadap ubi Jalar mengalami penurunan. Hal itu dimulai dari tahun 2004 mencapai 5,319 kg/kapita/tahun, kemudian mengalami penurunan hingga tahun 2012 (Respati *et al.*, 2013).

Ubi jalar ungu sendiri mengandung pigmen antosianin yang merupakan senyawa antioksidan, serta dapat digunakan sebagai pewarna alami. Menurut Ginting *et al.* (2011), ubi jalar ungu memiliki kandungan antosianin 110,51 mg dalam 100 g bahan. Komposisi kimia yang terdapat dalam 100 gram ubi jalar ungu segar dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Kimia Ubi Jalar Ungu per 100 g Bahan Segar

Komponen	Ubi Jalar Ungu Segar
Air (%)	70.46
Protein (%)	0.77
Lemak (%)	0.94
Pati (%)	22.64
Abu (%)	0.84
Gula reduksi (%)	0.30
Serat (%)	3.00
Vitamin C (mg)	21.43
Antosianin (mg)	110.51

Sumber: Ginting *et al.* (2011)

Antosianin merupakan pigmen yang mempunyai peran memberi warna alami pada sebagian besar bahan pangan di dunia. Antosianin dapat memberikan warna merah, violet, ungu, dan biru pada daun, bunga, buah, dan sayur (Sari *et al.*, 2005). Selain itu antosianin juga dapat berperan sebagai antioksidan yang dapat menghambat reaksi oksidasi yang dapat menyebabkan rusaknya biomolekul (Langseth, 1995 dalam Septiana *et al.*, 2002). Stabilitas antosianin sendiri dipengaruhi oleh beberapa hal seperti pH, suhu penyimpanan, keberadaan cahaya, oksigen, enzim, dan ion logam (Rein, 2005).

Es krim merupakan makanan beku yang terbuat dari susu yang pada proses pembuatannya melewati tahap pencampuran bahan baku, pasteurisasi, homogenisasi, dan *mix aging* (Goff, 2011). Sedangkan bahan dasar untuk membuat es krim biasanya adalah susu atau krim, gula, flavor, yang pada proses pembuatannya juga dapat ditambahkan dengan senyawa pengemulsi, senyawa penstabil, dan pewarna (Goff, 2011). Lemak berperan membuat tekstur es krim menjadi lembut dan *creamy*, serta membentuk konsistensi sehingga tidak mudah meleleh. Bahan padat bukan lemak berfungsi untuk mengikat dan menggantikan air, meningkatkan viskositas, dan menyeimbangkan rasio lemak. Bahan padat bukan lemak yang berupa laktosa membantu pengkristalan pada suhu rendah. Gula sendiri berfungsi sebagai pemanis, penguat rasa, memberi tekstur yang lembut, serta juga dapat meningkatkan viskositas. Kemudian bahan penstabil dalam es krim, berfungsi menyerap air bebas dalam es krim selama pembekuan dan dapat mencegah pertumbuhan dan pembentukan kristal es yang berukuran besar selama proses penyimpanan es krim dalam *freezer*. Sedangkan emulsifier berguna untuk menstimulasi penyatuan globula lemak dan melekatkan globula lemak dengan gelembung udara, serta berfungsi untuk meratakan persebaran lemak. Contoh emulsifier yang sering digunakan pada es krim adalah kuning telur. Flavor sendiri berguna untuk mempercantik penampilan dan memperkuat rasa. Sedangkan air dan udara berfungsi untuk memberi tekstur yang lembut, membuat es krim lebih mudah meleleh di mulut, serta membuat es krim tidak terlalu dingin (Goff, 2011). *Whipped cream* merupakan produk hasil agitasi atau pengocokan krim yang berguna untuk meningkatkan *overrun* es krim (Bennion & Hughes, 1975).

Kualitas es krim sangat ditentukan oleh karakter fisik dari es krim tersebut. Karakter fisik tersebut meliputi *overrun*, viskositas, *hardness*, *melting rate*, dan waktu pelelehan. *Overrun* merupakan pengembangan volume es krim terhadap volume adonan awal karena terdapat udara yang terperangkap dalam adonan es krim (Potter & Hotchkiss, 1996). Pada industri kecil, es krim biasanya memiliki *overrun* sebesar 30-40%, sedangkan produk es krim komersil memiliki *overrun* sebesar 90-100% (Bennion & Hughes, 1975). Viskositas didefinisikan sebagai ukuran yang menyatakan kekentalan cairan atau fluida. Kekentalan sendiri merupakan sifat cairan yang berhubungan dengan hambatan untuk mengalir (Sutiah *et al.*, 2008). *Hardness* diukur sebagai ketahanan terhadap deformasi ketika gaya luar diterapkan. *Hardness* pada es krim dipengaruhi beberapa faktor seperti *overrun*, ukuran kristal es, volume es krim, dan persebaran globula lemak (Muse & Hartel, 2004). *Melting rate* merupakan salah satu parameter mutu yang penting dalam es krim, karena berkaitan dengan cepat atau tidaknya es krim meleleh. *Melting rate* sendiri dipengaruhi beberapa faktor seperti udara yang masuk, kristal es alami, dan jaringan globula lemak yang terbentuk selama pembekuan (Moeenfarid & Tehrani, 2008). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan ubi jalar ungu ke dalam es krim yang ditinjau dari karakteristik fisik, sensori, dan aktivitas antioksidan selama penyimpanan.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ubi jalar ungu yang didapatkan dari pasar Bandungan, susu sapi, kuning telur, gula halus, *whipped cream*, air dingin, sucralose, dan vanili.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *mixer*, *freezer*, *chromameter* (Chroma Meter CR Minolta- 400), viskotester (RION Viscotester VT – 04) (d.PaS), *texture analyzer* (LLOYD Instruments TA plus), *spektrofotometer* (UV-Vis Spectrofotometer. Shimadzu 1240).

Metode Penelitian

Pembuatan Pasta Ubi Jalar Ungu

Ubi jalar ungu dipisahkan dari kulitnya. kemudian dicuci dengan air bersih. Ubi dibelah menjadi dua dan dikukus 15 menit. Kemudian ubi ditiriskan dan ditambahkan air dengan perbandingan (ubi kukus : air = 2 : 1). Ubi yang sudah ditambahkan air kemudian diblender selama 2 menit (Hestiana, 2009).

Pembuatan Es Krim

Proses pembuatan es krim ini diawali dengan 400 ml susu sapi dipasteurisasi dengan suhu 70°C selama 15 detik. Sementara itu 2 butir kuning telur dengan 50 gr gula halus dikocok dengan *mixer*. Adonan ini kemudian dicampurkan dengan susu dan diaduk hingga homogen lalu didinginkan (adonan 1). Setelah dingin, pasta ubi jalar serta vanili dan sukralosa dimasukkan ke dalam adonan 1 dan dikocok dengan mixer. Kemudian 100 gram *whipped cream* ditambahkan dengan air dingin sebanyak 100 ml lalu dikocok dengan mixer selama \pm 15 menit dan ditempatkan di atas wadah yg berisi es, pengocokan dilakukan sampai berbentuk kaku (adonan 2). Adonan 1 dan adonan 2 dicampur dalam satu wadah, kemudian dibekukan dalam *freezer* selama 3 jam pada suhu -20°C. Setelah 3 jam es krim dikocok lagi hingga teksturnya halus, lalu dibekukan lagi selama 1 jam pada suhu -20°C. Setelah dibekukan selama 1 jam, es krim dikocok lagi hingga teksturnya halus, lakukan langkah ini sebanyak 2 – 3 kali (Farrow & Lewis, 2000 dimodifikasi). Formulasi es krim ubi jalar ungu dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Formulasi Es Krim Ubi Jalar Ungu

Bahan	Kontrol	Ubi Jalar Ungu 5%	Ubi Jalar Ungu 10%	Ubi Jalar Ungu 15%	Ubi Jalar Ungu 20%	Ubi Jalar Ungu 25%
Susu sapi (ml)	400	400	400	400	400	400
Kuning telur (g)	32	32	32	32	32	32
Gula halus(g)	50	45.5	40.9	36.35	31.8	27.25
<i>Whipped cream</i> (g)	100	100	100	100	100	100

Air dingin (ml)	100	100	100	100	100	100
Ubi Jalar Ungu (g)	0	20	40	60	80	100
Sucralose (g)	0	0.007	0.015	0.023	0.03	0.038
Vanili (g)	1	1	1	1	1	1

(Farrow & Lewis, 2000 dimodifikasi)

Analisa Sensori

Analisa sensori berupa uji rating hedonik untuk mengetahui tingkat kesukaan konsumen terhadap es krim dengan penambahan ubi jalar ungu. Parameter uji sensori meliputi penilaian rasa, warna, tekstur dan secara keseluruhan (*overall*). Metode yang digunakan adalah dengan cara mengisi kuisioner yang telah disediakan berdasarkan penilaian panelis. Uji sensoris ini dilakukan oleh 30 orang panelis tidak terlatih (Abubakar & Ilyas, 2005).

Pengamatan

Analisa Hardness

Sampel es krim yang telah disimpan dalam suhu -20°C diukur kekerasannya dengan alat *texture analyzer* menggunakan *cylindrical probe* dengan *test speed* yang digunakan sebesar 5 mm/s dan trigger 15 gf (Prindiville *et al.*, 2000).

Analisa Waktu Pelelehan

Pengukuran *melting rate* es krim dilakukan di dalam suhu ruang dengan cara meletakkan 1 cup es krim seberat 40 gr diatas corong yang diatasnya diberi jaring-jaring (6 lubang/cm) selama 30 menit. Setiap lima menit sekali, berat lelehan es krim yang tertampung diukur menggunakan gelas ukur. *Melting rate* ditentukan dengan cara membagi berat lelehan yang dihasilkan dengan waktu yang dibutuhkan untuk meleleh. Sisa es krim kemudian dibiarkan hingga meleleh seluruhnya. Waktu yang dibutuhkan untuk es krim meleleh seluruhnya dicatat sebagai *time to melt* (Muse & Hartel, 2003).

$$\text{Melting rate (gram/menit)} = \frac{\text{Total lelehan (gram)}}{\text{waktu yang dibutuhkan (menit)}}$$

Analisa Viskositas

Pengukuran viskositas es krim dilakukan dengan menyiapkan es krim kira-kira sebanyak 250 ml pada suhu $\pm 4^{\circ}\text{C}$ sebelum dan sesudah *freezing* dengan menggunakan *Viskotester*. Pengukuran viskositas setelah *freezing* dilakukan dengan cara *dithawing* terlebih dahulu hingga suhunya $\pm 4^{\circ}\text{C}$ (Prindiville *et al.*, 2000).

Analisa Overrun

Overrun es krim dapat diketahui dengan mengukur volume es krim sebelum dikocok dan sesudah dikocok. Pengujian dilakukan dengan menggunakan analog air dan pada tempat yang sama agar busa yang terbentuk tetap stabil (Potter & Hotchkiss, 1996).

Overrun dapat dihitung dengan rumus :

$$\% \text{ Overrun} = \frac{\text{Volume setelah dimixer} - \text{volume adonan awal}}{\text{volume adonan awal}} \times 100\%$$

Analisa Warna

Sampel es krim diukur warna di L^* , a^* , b^* sistem menggunakan *chromameter* yang dikalibrasi terlebih dahulu. Setelah dikalibrasi *chromameter* dilapisi dengan plastic kemudian ditembakkan dalam sampel es krim untuk mengukur intensitas warnanya (Wrolstad *et al.*, 2005).

Analisa pH

Instrumen yang digunakan untuk menganalisa pH adalah pH meter. pH meter dikalibrasi terlebih dahulu dengan larutan buffer pH 4 dan pH 7 dan setelah itu dapat digunakan untuk mengukur nilai pH pada adonan es krim. Angka yang ditunjukkan oleh pH meter adalah nilai pH dan dibaca setelah satu menit atau sampai nilai pH tidak berubah / konstan (AOAC, 1995).

Analisa Aktivitas Antioksidan

Sampel es krim sebanyak 0,5 gram ditambahkan 5 ml metanol lalu didiamkan 2 jam. Setelah 2 jam, sebanyak 0,1 ml filtrat direaksikan dengan 3,9 ml DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil) selama 30 menit dalam kondisi tabung tertutup rapat dan diletakkan dalam ruangan gelap. Setelah 30 menit, larutan tersebut diukur absorbansinya menggunakan *spektrofotometer* dengan panjang gelombang 515 nm. Untuk blanko, metanol sebanyak 0,1 ml ditambah dengan 3,9 ml DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil). Hasil absorbansi yang diperoleh kemudian digunakan untuk menghitung % aktivitas antioksidan dengan menggunakan rumus :

$$\% \text{ Aktivitas antioksidan} = 1 - \left[\frac{\text{Absorbansi Sampel}}{\text{Absorbansi Blanko}} \right] \times 100 \%$$

(Kuncahyono dan Sunardi, 2007)

Analisa Sensori Selama Penyimpanan

Analisa sensori dilakukan 2 tahap, yang pertama dilakukan untuk menentukan satu formulasi terbaik. Sedangkan pada analisa sensori kedua dilakukan pada es krim dengan formulasi terbaik setelah dilakukan penyimpanan. Analisa sensori berupa uji rating hedonik dan dilakukan selama 4 minggu penyimpanan, yaitu pada hari ke-0, minggu ke-1, minggu ke-2, minggu ke-3, dan minggu ke-4. Parameter uji sensori meliputi penilaian rasa, warna, tekstur dan secara keseluruhan (*overall*). Metode yang digunakan dengan cara mengisi kuisioner yang telah disediakan berdasarkan penilaian panelis. Uji sensoris ini dilakukan oleh panelis tidak terlatih sebanyak 30 orang (Abubakar & Ilyas, 2005).

Analisa Data

Data diolah dengan bantuan perangkat lunak SPSS (*Statistical Package for The Social Science*) 16.0 for Windows. Untuk uji beda menggunakan metode tes parametric one way ANOVA

Duncan. Serta dilakukan uji korelasi antar parameter uji. Sedangkan untuk pembuatan grafik dilakukan menggunakan Microsoft Excel 2007. Analisa secara statistik menggunakan SPSS meliputi pengujian normalitas dan uji variansi satu arah (*one way ANOVA*) dan juga *Univariate analysis variable*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Sensori

Analisa sensori ini bertujuan untuk mendapatkan 3 formulasi terbaik dari es krim ubi jalar ungu untuk diuji karakteristik fisik, kimia, dan sensori selama penyimpanan. Hasil analisa uji sensori es krim ubi ungu dengan metode rating dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Sensori Es Krim Ubi Ungu Dengan Metode Rating

Konsentrasi Penambahan Ubi Ungu	Skor Penerimaan Panelis			
	Tekstur	Rasa	Warna	Overall
Kontrol	4.67 ± 1.95 ^a	4.90 ± 1.69 ^a	3.43 ± 1.85 ^a	4.60 ± 1.63 ^a
Ubi Ungu 5%	4.27 ± 1.44 ^{ab}	4.30 ± 1.56 ^{ab}	2.00 ± 1.29 ^b	3.70 ± 1.63 ^b
Ubi Ungu 10%	4.47 ± 1.07 ^{ab}	5.00 ± 1.02 ^a	3.77 ± 1.17 ^a	4.73 ± 1.34 ^a
Ubi Ungu 15%	3.90 ± 1.47 ^{bc}	4.13 ± 1.53 ^b	5.03 ± 0.96 ^c	4.70 ± 0.95 ^a
Ubi Ungu 20%	3.13 ± 1.85 ^{cd}	2.87 ± 1.22 ^c	4.83 ± 1.78 ^c	3.10 ± 1.49 ^{bc}
Ubi Ungu 25%	3.03 ± 1.61 ^d	2.77 ± 1.52 ^c	3.50 ± 1.63 ^a	2.73 ± 1.31 ^c

Berdasarkan Tabel 3. pada atribut *overall*, 3 formulasi dengan nilai tertinggi selain perlakuan kontrol adalah pada penambahan ubi ungu sebanyak 5%, 10%, dan 15%. Nilai terbesar didapat pada penambahan ubi ungu sebanyak 10%. Perlakuan penambahan ubi sebanyak 10% tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol dan penambahan ubi sebanyak 15%, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Analisa Karakteristik Fisik Es Krim

Overrun

Hasil pengujian *overrun* pada es krim dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji *Overrun* Es Krim Ubi Ungu Dengan Empat Konsentrasi Berbeda

Sampel	Overrun (%)
Kontrol	30.81 ± 4.08 ^a
Ubi 5%	26.98 ± 3.89 ^a
Ubi 10%	15.91 ± 2.87 ^b
Ubi 15%	9.26 ± 0.60 ^c

Berdasarkan hasil pengujian *overrun* pada Tabel 4. dapat dilihat bahwa semakin banyak penambahan ubi jalar ungu akan menurunkan nilai *overrun*. Dengan semakin banyaknya padatan yang ditambahkan pada es krim akan menyebabkan adonan es krim akan menjadi semakin kental. Adonan es krim yang kental ini akan membuat mobilitas air

terbatas. Terbatasnya ruang antar partikel dalam adonan es krim akan menyebabkan udara yang masuk ke dalam adonan selama proses pengocokan semakin sedikit sehingga menyebabkan nilai *overrun* semakin menurun seiring semakin banyaknya jumlah padatan yang ditambahkan (Elizabeth *et al.*, 2007 dalam Anita, 2011).

Viskositas

Hasil pengujian viskositas pada es krim dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Viskositas Es Krim Ubi Ungu selama Penyimpanan

Lama Penyimpanan	Viskositas (d.Pa.s)			
	Kontrol	Ubi 5%	Ubi 10%	Ubi 15%
Sebelum Freezing	49.50 ± 1.05 ^{a5}	56.67 ± 1.63 ^{a5}	74.50 ± 3.89 ^{b5}	88.00 ± 1.67 ^{c5}
Setelah Freezing	43.83 ± 1.47 ^{a4}	48.83 ± 2.64 ^{a4}	61.00 ± 2.37 ^{b4}	71.67 ± 2.16 ^{c4}
Minggu 1	37.17 ± 2.14 ^{a34}	40.00 ± 1.26 ^{a34}	51.17 ± 2.56 ^{b34}	69.33 ± 1.21 ^{c34}
Minggu 2	32.67 ± 2.07 ^{a23}	35.17 ± 0.98 ^{a23}	43.50 ± 1.38 ^{b23}	64.17 ± 3.87 ^{c23}
Minggu 3	27.33 ± 1.51 ^{a12}	30.33 ± 1.63 ^{a12}	38.50 ± 1.64 ^{b12}	61.83 ± 2.32 ^{c12}
Minggu 4	23.17 ± 1.17 ^{a1}	27.67 ± 1.21 ^{a1}	33.00 ± 1.55 ^{b1}	46.67 ± 1.51 ^{c1}

Berdasarkan hasil pengujian viskositas pada Tabel 5. dapat dilihat bahwa viskositas es krim mengalami peningkatan seiring dengan semakin banyaknya ubi jalar ungu yang ditambahkan. Hal itu terjadi karena semakin banyak pula serat dan jumlah padatan yang terdapat pada es krim. Serat pada ubi jalar ungu termasuk dalam jenis polimer dimana saat ditambahkan ke dalam suatu larutan dapat meningkatkan viskositas larutan tersebut. Semakin banyak polimer yang terkandung dalam suatu larutan akan menyebabkan rantai polimer tersebut saling berhimpitan. Hal itu akan membuat rantai polimer sulit bergerak bebas sehingga viskositas akan semakin meningkat (Clarke, 2004).

Selama penyimpanan. viskositas es krim mengalami penurunan. Es krim yang mengalami penyimpanan akan memiliki kristal es yang lebih banyak karena adanya pembentukan dan pertumbuhan kristal-kristal es saat proses pembekuan selama penyimpanan. Sebelum diuji viskositasnya, es krim tersebut mengalami proses *thawing* terlebih dahulu. Proses *thawing* tersebut akan menyebabkan kristal-kristal es mengalami pelelehan. Hal itu menyebabkan viskositas es krim yang disimpan lebih lama akan menjadi lebih encer (Astawan & Astawan, 1988; Muse & Hartel, 2003).

Hardness

Hasil pengujian *hardness* dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Tekstur Es Krim Ubi Ungu selama Penyimpanan

Lama Penyimpanan	Tekstur (gf)			
	Kontrol	Ubi 5%	Ubi 10%	Ubi 15%
Minggu 0	1683.3 ± 345.38 ^{a1}	1890.7 ± 274.01 ^{a1}	2218.7 ± 610.05 ^{ab1}	2741.8 ± 417.55 ^{b1}
Minggu 1	2247.7 ± 257.45 ^{a2}	2463.8 ± 467.68 ^{a2}	3041.8 ± 367.84 ^{ab2}	3176.7 ± 602.33 ^{b2}
Minggu 2	3302.0 ± 141.29 ^{a3}	3464.7 ± 211.14 ^{a3}	3786.8 ± 138.70 ^{ab3}	4055.7 ± 678.21 ^{b3}

Berdasarkan hasil pengujian *time to melt* pada Tabel 7. dapat dilihat bahwa semakin banyak ubi jalar ungu pada es krim akan meningkatkan waktu pelelehan (*time to melt*). Berdasarkan hasil pengujian *melting rate* pada Tabel 8. dapat dilihat bahwa semakin banyak ubi jalar ungu yang ditambahkan akan menurunkan *melting rate*. Penambahan ubi jalar ungu pada es krim mampu mengikat partikel es. Kemampuan mengikat partikel es tersebut berhubungan dengan kemampuan pati dalam mengikat molekul air (Susilawati *et al.*, 2014). Pada ubi jalar ungu sendiri terkandung pati sebanyak 22,64% dan serat sebanyak 3,00% dalam 100 gram bahan (Ginting *et al.*, 2011). Hal itu yang menyebabkan semakin banyak ubi jalar ungu yang ditambahkan pada es krim akan menurunkan *melting rate* es krim, sehingga waktu yang dibutuhkan es krim untuk meleleh akan semakin lama.

Selama *freezing*, emulsi lemak pada es krim akan mengalami destabilisasi secara parsial sebagai hasil dari penggabungan udara dan kristalisasi es. Hal ini penting untuk mengatur struktur dan tekstur es krim (Goff & Sahagian, 1996). Destabilisasi lemak memiliki pengaruh pada *melting rate* es krim. Kestabilan lemak pada es krim berbentuk gumpalan gelembung lemak yang melapisi sel udara dan juga rantai gelembung lemak yang membangun jaringan lemak dalam es krim. Es krim dengan tingkat destabilisasi lemak yang tinggi akan mampu menahan bentuk es krim dengan baik selama pelelehan. Jaringan lemak pada es krim membantu menahan es krim pada layar (Muse & Hartel, 2003). Sehingga selama pembekuan. *melting rate* akan mengalami penurunan dan waktu yang dibutuhkan meleleh menjadi lebih lama.

Kestabilan Warna

Pengujian warna pada penelitian ini dibagi menjadi menjadi tiga komponen pengukuran warna, yaitu nilai L* (*lightness*), nilai a* (nilai a* bernilai positif semakin berwarna merah, nilai a* bernilai negatif semakin berwarna hijau), dan nilai b* (nilai b* bernilai positif semakin berwarna kuning, nilai b* negatif semakin berwarna biru). Hasil pengujian nilai L* dapat dilihat pada Tabel 9. Hasil pengujian nilai a* dapat dilihat pada Tabel 10. Hasil pengujian nilai b* dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 9. Hasil Uji Nilai L* Es Krim Ubi Ungu selama Penyimpanan

Lama Penyimpanan	Nilai (L*)			
	Kontrol	Ubi 5%	Ubi 10%	Ubi 15%
Minggu 0	90.98 ± 0.99 ^{d1}	82.61 ± 1.03 ^{c1}	77.59 ± 1.11 ^{b1}	74.10 ± 0.68 ^{a1}
Minggu 1	90.76 ± 0.59 ^{d1}	81.39 ± 1.42 ^{c1}	76.52 ± 1.70 ^{b1}	72.83 ± 1.44 ^{a1}
Minggu 2	90.13 ± 0.79 ^{d1}	80.66 ± 1.43 ^{c1}	74.74 ± 1.89 ^{b1}	70.93 ± 1.29 ^{a1}
Minggu 3	88.92 ± 1.60 ^{d1}	80.32 ± 1.32 ^{c1}	74.09 ± 1.95 ^{b1}	70.06 ± 1.10 ^{a1}
Minggu 4	88.52 ± 1.37 ^{d1}	79.35 ± 1.21 ^{c1}	71.98 ± 3.40 ^{b1}	66.65 ± 2.41 ^{a1}

Tabel 10. Hasil Uji Nilai a* Es Krim Ubi Ungu selama Penyimpanan

Lama Penyimpanan	Nilai a*			
	Kontrol	Ubi 5%	Ubi 10%	Ubi 15%
Minggu 0	-4.01 ± 0.24 ^{a1}	0.20 ± 0.15 ^{b1}	2.11 ± 0.16 ^{c1}	4.08 ± 0.24 ^{d1}
Minggu 1	-3.82 ± 0.29 ^{a1}	-0.11 ± 0.24 ^{b1}	1.85 ± 0.41 ^{c1}	4.38 ± 0.34 ^{d1}
Minggu 2	-3.61 ± 0.37 ^{a1}	-0.26 ± 0.08 ^{b1}	1.71 ± 0.40 ^{c1}	5.00 ± 0.60 ^d
Minggu 3	-3.77 ± 0.22 ^{a1}	-0.22 ± 0.13 ^{b1}	2.20 ± 0.95 ^{c1}	4.95 ± 0.56 ^{d1}
Minggu 4	-3.96 ± 0.18 ^{a1}	-0.36 ± 0.10 ^{b1}	1.72 ± 0.60 ^{c1}	5.75 ± 1.11 ^{d1}

Tabel 11. Hasil Uji Nilai b* Es Krim Ubi Ungu selama Penyimpanan

Lama Penyimpanan	Nilai b*			
	Kontrol	Ubi 5%	Ubi 10%	Ubi 15%
Minggu 0	20.51 ± 1.37 ^{d1}	10.82 ± 0.82 ^{c1}	6.80 ± 0.42 ^{b1}	3.75 ± 0.66 ^{a1}
Minggu 1	20.90 ± 1.11 ^{d1}	11.37 ± 0.98 ^{c1}	8.05 ± 0.45 ^{b1}	4.08 ± 0.96 ^{a1}
Minggu 2	19.09 ± 2.03 ^{d1}	11.14 ± 0.76 ^{c1}	8.20 ± 1.56 ^{b1}	4.79 ± 0.84 ^{a1}
Minggu 3	19.95 ± 0.80 ^{d1}	10.67 ± 0.19 ^{c1}	8.34 ± 1.00 ^{b1}	4.61 ± 0.90 ^{a1}
Minggu 4	19.38 ± 1.49 ^{d1}	10.22 ± 0.83 ^{c1}	8.47 ± 0.57 ^{b1}	5.32 ± 0.60 ^{a1}

Pada Tabel 9. dapat dilihat bahwa semakin banyak penambahan ubi jalar ungu akan menurunkan tingkat kecerahan. Pada Tabel 10. juga dapat dilihat bahwa semakin banyak penambahan ubi jalar ungu, nilai a* semakin mengarah ke positif. Hal itu menandakan es krim semakin berwarna merah seiring dengan semakin banyak penambahan ubi jalar ungu. Pada Tabel 11. juga terlihat bahwa semakin banyak ubi jalar ungu yang ditambahkan, nilai b* es krim semakin menurun (semakin mengarah negatif). Hal itu menunjukkan es krim semakin mengarah ke warna biru.

Terjadinya penurunan tingkat kecerahan (L*) terjadi karena semakin banyaknya penambahan ubi jalar ungu ke dalam es krim, dimana di dalam ubi jalar ungu sendiri terkandung antosianin. Semakin banyak konsentrasi antosianin akan meningkatkan stabilitas antosianin yang mengakibatkan warna menjadi lebih pekat dan gelap (Calvacanti *et al.*, 2011 dalam Agung & Yuniarta, 2014). Penambahan ubi jalar ungu ke dalam es krim juga meningkatkan nilai *a (semakin berwarna merah) serta menurunkan nilai *b (semakin berwarna biru). Menurut Sari *et al.* (2005), antosianin dapat memberikan warna merah, violet, ungu, dan biru, pada daun, bunga, buah, dan sayur. Hal itu menyebabkan ubi jalar ungu yang ditambahkan ke dalam es krim akan memberikan warna kemerahan (pada nilai *a) dan warna kebiruan (pada nilai *b). Selama empat minggu penyimpanan dalam freezer, terjadi perubahan warna es krim yang tidak terlalu signifikan. Hal itu menandakan perubahan warna yang terjadi cukup stabil. Menurut Sari *et al.* (2005) antosianin akan lebih stabil bila dalam kondisi suhu dingin dan tempat yang gelap. Stabilitasnya antosianin tersebut menyebabkan es krim ubi jalar ungu selama penyimpanan mengalami perubahan warna yang tidak terlalu signifikan dan cenderung stabil.

pH & Aktivitas Antioksidan

Hasil pengujian pH dapat dilihat pada Tabel 12. Hasil pengujian aktivitas antioksidan dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 12. Hasil Pengujian pH Es Krim Ubi Ungu

Sampel	pH
Kontrol	6.58 ± 0.02 ^a
Ubi 5%	6.55 ± 0.01 ^b
Ubi 10%	6.50 ± 0.01 ^c
Ubi 15%	6.47 ± 0.01 ^d

Tabel 13. Hasil Pengujian Aktivitas Antioksidan Es Krim Ubi Ungu selama Penyimpanan

Lama Penyimpanan	Aktivitas Antioksidan (%)			
	Kontrol	Ubi 5%	Ubi 10%	Ubi 15%
Minggu 0	6.46 ± 0.65 ^{a2}	23.46 ± 1.63 ^{b2}	45.93 ± 3.45 ^{c2}	82.29 ± 0.95 ^{d2}
Minggu 1	6.10 ± 0.42 ^{a12}	20.90 ± 1.22 ^{b12}	38.57 ± 0.81 ^{c12}	68.87 ± 4.17 ^{d12}
Minggu 2	5.43 ± 0.48 ^{a12}	19.47 ± 0.91 ^{b12}	34.09 ± 1.50 ^{c12}	59.55 ± 0.40 ^{d12}
Minggu 3	4.47 ± 0.89 ^{a1}	16.68 ± 0.64 ^{b1}	31.40 ± 0.38 ^{c1}	49.30 ± 2.73 ^{d1}
Minggu 4	4.37 ± 0.38 ^{a1}	16.02 ± 0.79 ^{b1}	25.39 ± 0.50 ^{c1}	37.15 ± 0.60 ^{d1}

Pada Tabel 13. dapat dilihat bahwa semakin banyak penambahan ubi jalar ungu ke dalam es krim akan semakin meningkatkan aktivitas antioksidan. Kemudian semua sampel es krim pada berbagai konsentrasi mengalami penurunan aktivitas antioksidan setelah mengalami penyimpanan selama empat minggu. Aktivitas antioksidan dalam ubi jalar ungu dikarenakan adanya kandungan antosianin (Montilla *et al.*, 2011). Menurut Agung & Yuniarta (2014), semakin banyak kadar antosianin maka akan meningkatkan aktivitas antioksidan.

Selama penyimpanan, aktivitas antioksidan es krim ubi jalar ungu mengalami penurunan. Penurunan aktivitas antioksidan ini disebabkan karena terjadi degradasi antosianin. Stabilitas antosianin dipengaruhi oleh beberapa hal seperti pH, suhu penyimpanan, keberadaan cahaya, oksigen, enzim, dan ion logam (Rein, 2005). Faktor yang paling memungkinkan menjadi penyebab degradasi antosianin pada es krim ubi jalar ungu selama penyimpanan adalah pH dan keberadaan oksigen. Antosianin akan lebih stabil pada pH asam dan akan mengalami penurunan seiring dengan berkurangnya tingkat keasaman (Hayati *et al.*, 2012). Berdasarkan Tabel 12 dapat dilihat bahwa pH pada sampel es krim berkisar pada 6,47-6,58. Pada dasarnya, antosianin berada dalam bentuk empat jenis saat setimbang yang bergantung dengan pH, yaitu: Quinonoidal base, flavilium cation, carbinol atau pseudobase, dan chalcone. Pada pH 1-3 antosianin berbentuk flavilium yang stabil. Seiring dengan meningkatnya pH, flavilium terhidrasi yang menyebabkan intensitas warna dan konsentrasi flavilium menurun. Hal tersebut menyebabkan meningkatnya pseudobase, quinonoidal, dan chalcone yang kestabilannya tidak sebaik flavilium (Rein, 2005).

Keberadaan oksigen juga menjadi salah satu faktor terjadinya degradasi antosianin selama penyimpanan. Hal itu memungkinkan terjadi karena pengemasan pada es krim ubi jalar ungu tidak menggunakan metode vakum. Efek yang merugikan dari oksigen pada antosianin bisa terjadi melalui mekanisme oksidatif langsung dan/atau melalui oksidasi tidak langsung. Komponen yang teroksidasi pada media selanjutnya akan bereaksi dengan antosianin menghasilkan peningkatan kehilangan warna atau menjadikan produk berwarna kecoklatan (Rein, 2005).

Analisa Sensori Selama Penyimpanan

Pengujian sensori selama penyimpanan pada es krim ubi jalar ungu dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama adalah pengujian sensori untuk menentukan formulasi es krim ubi jalar ungu yang paling disukai panelis. Satu formulasi terbaik ini akan disimpan selama satu bulan untuk diamati karakteristik sensori dan tingkat penerimaan konsumen. Hasil analisa sensori tahap pertama dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Hasil Analisa Tahap Pertama

Konsentrasi Penambahan Ubi Ungu	Skor Penerimaan Panelis			
	Warna	Tekstur	Rasa	Overall
Kontrol	2.27 ± 1.31 ^a	3.57 ± 0.68 ^a	3.60 ± 0.77 ^a	3.33 ± 0.96 ^a
Ubi Ungu 5%	1.83 ± 0.79 ^a	2.70 ± 1.02 ^b	2.83 ± 0.75 ^b	2.70 ± 0.79 ^b
Ubi Ungu 10%	2.13 ± 0.82 ^a	2.93 ± 1.01 ^b	2.70 ± 0.84 ^b	2.83 ± 0.83 ^b
Ubi Ungu 15%	3.57 ± 0.82 ^b	2.00 ± 0.98 ^c	2.57 ± 1.01 ^b	2.50 ± 0.90 ^b

Pada Tabel 14. menunjukkan es krim ubi jalar ungu 10% memiliki skor penerimaan panelis tertinggi berdasarkan atribut *overall*, yaitu 2,83. Sehingga es krim ubi jalar ungu 10% inilah yang akan digunakan sebagai sampel pada analisa sensori selama penyimpanan. Hasil analisa sensori selama penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Hasil Analisa Sensori selama Penyimpanan

Sampel Es Krim	Skor Penerimaan Panelis			
	Warna	Tekstur	Rasa	Overall
kontrol minggu 0	1.37 ± 0.56 ^a	4.03 ± 0.93 ^a	3.33 ± 1.24 ^{ac}	3.43 ± 1.28 ^{ac}
kontrol minggu 1	1.40 ± 0.62 ^a	3.33 ± 1.03 ^b	3.27 ± 1.31 ^{ac}	3.30 ± 1.32 ^{ac}
kontrol minggu 2	1.37 ± 0.56 ^a	3.00 ± 1.17 ^{bce}	3.20 ± 1.32 ^{ac}	3.30 ± 1.29 ^{ac}
kontrol minggu 3	1.30 ± 0.53 ^a	3.23 ± 1.38 ^{bc}	3.63 ± 1.40 ^c	3.10 ± 1.30 ^{ac}
kontrol minggu 4	1.33 ± 0.66 ^a	2.90 ± 1.42 ^{bce}	3.03 ± 1.33 ^{ac}	2.80 ± 1.13 ^{bc}
ubi 10% Minggu 0	4.50 ± 0.73 ^b	3.53 ± 1.07 ^{ab}	3.23 ± 1.17 ^{ac}	3.47 ± 0.97 ^{ac}
ubi 10% Minggu 1	4.10 ± 0.61 ^c	3.23 ± 1.19 ^{bd}	3.10 ± 1.30 ^{ac}	3.00 ± 1.14 ^{ac}
ubi 10% Minggu 2	3.83 ± 0.79 ^c	2.67 ± 1.35 ^{cde}	2.97 ± 1.19 ^a	3.33 ± 1.21 ^{ac}
ubi 10% Minggu 3	2.33 ± 0.71 ^d	2.63 ± 1.07 ^{ce}	2.87 ± 1.20 ^a	2.77 ± 1.30 ^{bc}
ubi 10% Minggu 4	2.20 ± 0.71 ^d	2.43 ± 1.22 ^e	2.13 ± 1.11 ^b	2.33 ± 1.03 ^b

Berdasarkan Tabel 15. es krim ubi jalar ungu 10% cenderung mengalami penurunan tingkat penerimaan konsumen pada semua atribut selama penyimpanan. Proses penyimpanan makanan akan menyebabkan perubahan mutu, termasuk pada es krim yang disimpan dalam kondisi beku. Penurunan tingkat penerimaan konsumen terhadap es krim ubi jalar ungu pada atribut warna bisa disebabkan karena terjadinya degradasi antosianin. Degradasi antosianin ini bisa terjadi karena pH dan keberadaan oksigen (Rein, 2005). Antosianin lebih stabil pada pH asam, dan akan terus mengalami penurunan seiring dengan berkurangnya tingkat keasaman (Hayati *et al.*, 2012). Keberadaan oksigen juga mempengaruhi stabilitas antosianin melalui mekanisme oksidasi langsung ataupun tidak langsung, dimana komponen yang teroksidasi akan bereaksi dengan antosianin menyebabkan produk berwarna coklat atau terjadi peningkatan kehilangan warna (Rein, 2005). Pada atribut tekstur terjadi penurunan tingkat penerimaan konsumen yang bisa disebabkan karena adanya pertumbuhan Kristal es selama penyimpanan. Menurut Clarke (2004) selama pembekuan molekul air diubah menjadi inti Kristal es. Inti kristal es tersebut akan mengalami pertumbuhan seiring dengan lamanya pembekuan. Semakin banyak kristal es akan menyebabkan es krim memiliki struktur yang padat. Es krim yang terlalu padat dan terlalu banyak Kristal es kurang disukai oleh konsumen, sehingga menyebabkan tingkat penerimaan konsumen menurun. Pada atribut rasa, tingkat penerimaan konsumen mengalami penurunan yang tidak terlalu signifikan. Sehingga dapat dikatakan, es krim ubi jalar ungu 10% memiliki rasa yang stabil walaupun telah disimpan selama empat minggu. Atribut *overall* merupakan penilaian panelis terhadap es krim ubi jalar ungu secara keseluruhan. Sehingga apabila terjadi penurunan tingkat penerimaan konsumen terhadap atribut warna, rasa, dan tekstur akan mengakibatkan atribut *overall* juga mengalami penurunan.

KESIMPULAN

1. Semakin banyak penambahan ubi jalar ungu ke dalam es krim menyebabkan adonan es krim akan semakin kental. Adonan yang semakin kental meningkatkan viskositas dan nilai *hardness*, menurunkan *overrun* dan *melting rate*, dan menyebabkan waktu pelelehan semakin lama.
2. Semakin banyak penambahan ubi jalar ungu ke dalam es krim juga menurunkan tingkat kecerahan es krim (nilai L^*), meningkatkan nilai a^* (es krim semakin berwarna merah), menurunkan nilai b^* (es krim semakin berwarna biru), serta semakin meningkatkan aktivitas antioksidan.
3. Selama 4 minggu penyimpanan, es krim ubi jalar ungu mengalami peningkatan nilai *hardness*, penurunan viskositas dan *melting rate*, dan menyebabkan waktu pelelehan semakin lama.
4. Selama 4 minggu penyimpanan, terjadi perubahan nilai L^* , a^* , dan b^* yang tidak terlalu signifikan, serta terjadi penurunan aktivitas antioksidan.

5. Berdasarkan uji hedonik, es krim yang memiliki skor penerimaan panelis tertinggi adalah es krim ubi jalar ungu 10%. Selama 4 minggu penyimpanan, es krim ubi jalar ungu 10% mengalami penurunan skor penerimaan panelis pada semua atribut sensori.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT Indofood Sukses Makmur Tbk. selaku pihak yang membantu mendanai penelitian skripsi penulis melalui program Indofood Riset Nugraha 2014.

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar & M. Ilyas. (2005). Mutu Susu Karamel Asal Susu Pecah Selama Penyimpanan. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner 2005.
- Agung, L. & Yuniarta. (2014). Ekstraksi Antosianin Dari Limbah Kulit Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L.) Metode Microwave Assisted Extraction. <https://www.scribd.com/doc/241173354/5feb5-Luqman-Agung-pdf>.
- Anita, G. (2011). Pengembangan Produk Es Krim Tepung Beras Hitam (*Oryza sativa* var. *Indica* cv *Melik*) : Evaluasi Fisikokimia, Sensori, Dan Stabilitas Antosianin Selama Penyimpanan. Perpustakaan Unika Soegijapranata.
- AOAC. (1995). Official Method of Analysis of The Association of Analytical Chemists. Washington D.C.
- Astawan, M.W. & M. Astawan. (1998). Teknologi Pengolahan Pangan Hewani Tepat Guna. Akademi Pressindo Jakarta.
- Bennion, M. & O. Hughes. (1975). Introductory Foods. Macmillan Publishing Co. Inc. New York.
- Clarke, C. (2004). The Science Of Ice Cream. The Royal Society of Chemistry. Cambridge.
- Direktorat Jenderal Tanaman Pangan Kementerian Pertanian. (2013). Pedoman Teknis Pengelolaan Ubi Jalar Dan Aneka Umbi.
- Farrow, J. & S. Lewis. (2000). Ice Cream and Iced Dessert. Lorenz Books. Annes Publishing. Columbia.
- Ginting, E.; Joko S.U.; Rahmi Y. & M. Yusuf. (2011). Potensi Ubi Jalar Ungu Sebagai Pangan Fungsional. Iptek Tanaman Pangan Vol. 6 No. 1, Tahun 2011.
- Goff, H.D. & M.E. Sahagian. (1996). Freezing of Dairy Products. Di dalam L.E. Jeremiah (Ed.). Freezing Effects on Food Quality. Mareel Dekker. New York.
- Goff, H.D. (2011). Ice Cream and Desserts. Di dalam Fuquay, J.W., P.F. Fox & P.L.H. McSweeney. Encyclopedia of Dairy Sciences 2nd Ed. Academic Press. London.
- Hayati, E.K.; Budi U.S. & Hermawan R. (2012). Konsentrasi Total Senyawa Antosianin Ekstrak Kelopak Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.) : Pengaruh Temperatur Dan pH. Jurnal Kimia 6 (2) : 138-147.
- Hestiana. (2009). Pemanfaatan Ubi Jalar Merah (*Ipomoea batatas* L) Dalam Pembuatan Es Puter Dan Analisis Finansialnya. Institut Pertanian Bogor.

- Kuncahyono, I. & Sunardi. (2007). Uji aktivitas antioksidan ekstrak belimbing wuluh (*Averhoa bilimbi. L*) terhadap 1,1-diphenyl-2-picrilhidrazyl (DPPH). Seminar Nasional Teknologi:1-9.
- Moeenfarid, M., & Tehrani, M.M. (2008). Effect of Some Stabilizers on the Physicochemical and Sensory Properties of Ice Cream Type Frozen Yogurt. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 4 (5) : 584-589.
- Montilla, E.C.; Silke H. & Peter W. (2011). Anthocyanins in Purple Sweet Potato (*Ipomoea batatas L.*) Varieties. Fruit, Vegetable, and Cereal Science and Biotechnology 5: 19-24. Global Science Books.
- Muse, M.R. & R.W. Hartel. (2003). Ice Cream Structural Element that Affect Melting Rate and Hardness. J.Dairy Sci. 87:1-10.
- Potter, N.N. & J.H. Hotchkiss. (1996). Food Science 5th Edition. CBS Publisher and Distribution. New Delhi.
- Prindiville, E.A.; R.T. Marshall & H. Heymann. (2000). Effect of Milk Fat, Cocoa Butter, and Whey Protein Fat Replacers On the Sensory Properties of Lowfat and Nonfat Chocolate Ice Cream. J Dairy Science 83:2216-2223
- Rein, M.J. (2005). Copigmentation Reactions and Color Stability of Berry Anthocyanins (dissertation). EKT series 1331. University of Helsinki, Department of Applied Chemistry and Microbiology.
- Respati, E.; Laelatul H.; Sri W.; Sehusman; Megawaty M.; Yani S. & Rinawati. (2013). Buletin Konsumsi Pangan. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. Volume 4 No.4, Tahun 2013
- Sari, P.; F. Agustina; M. Komar; Unus; M. Fauzi & T. Lindriati. (2005). Ekstraksi dan Stabilitas Antosianin dari Kulit Buah Duwet (*Syzgium cumini*). Jurnal Teknologi dan Industri Pangan, vol. XVI No.2 Th. 2005.
- Septiana, A.T.; Deddy M. & Fransiska R. Z. (2002). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Diklorometana dan Air Jahe (*Zingiber officinale* Roscoe) pada Asam Linoleat. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan, Volume XIII, No.2 Tahun 2002.
- Susilawati; Fibra N. & Aditya W.N. (2014). Pengaruh Penambahan Ubi Jalar Ungu Terhadap Sifat Organoleptik Es Krim Susu Kambing Peranakan Etawa. Jurnal Teknologi dan Industri Hasil Pertanian Vol. 19 No.3. 2014.
- Sutiah; Sofjan F. & Wahyu S. B. (2008). Studi Kualitas Minyak Goreng Dengan Parameter Viskositas Dan Indeks Bias. Berkala Fisika Vol. 11, No. 2, hal 53-58.
- Wrolstad, R.E.; Robert W.D. & Jungmin L. (2005). Tracking Color and Pigment Changes in Anthocyanin Products. Trends in Food Science & Technology 16 (2005) : 423-428.